VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

EKONOMICKÁ FAKULTA

Tvorba a řízení akciového portfolia

Creation and Managing of an Equity Portfolio

Student: Bc. Filip Žilka

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jiří Valecký, Ph.D.

Ostrava 2018

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Ekonomická fakulta
Katedra financí

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Filip Žilka**

Studijní program: N6202 Hospodářská politika a správa

Studijní obor: 6202T010 Finance

Téma: Tvorba a řízení akciového portfolia
Creation and Managing of an Equity Portfolio

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
2. Charakteristika teorie portfolia
3. Charakteristika použité metodiky
4. Tvorba a řízení akciového portfolia
5. Závěr

Seznam použité literatury
Seznam zkratek
Prohlášení o využití výsledků diplomové práce
Seznam příloh
Přílohy

Seznam doporučené odborné literatury:

ELTON, E. J., M. J. GRUBER, S. J. BROWN and W. N. GOETZMANN. *Modern portfolio theory and investment analysis*. 9th ed. Hoboken: Wiley, 2014. ISBN 978-1-118-46994-1.
FOCARDI, S., P. N. KOLM and F. J. FABOZZI. *Financial modeling of the equity market: from CAPM to cointegration*. Hoboken: Wiley, c2006. ISBN 0-471-69900-4.
ZMEŠKAL, Z., D. DLUHOŠOVÁ a T. TICHÝ. *Finanční modely: koncepty, metody, aplikace*. 3. přeprac. a rozš. vyd. Praha: Ekopress, 2013. ISBN 978-80-86929-91-0.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jiří Valecký, Ph.D.**

Datum zadání: 24.11.2017
Datum odevzdání: 27.04.2018

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ-TECHNICKÁ UNIVERZITA
Ekonomická fakulta
OSTRAVA

Ing. Iveta Ratmanová, Ph.D.
vedoucí katedry

prof. Dr. Ing. Zdeněk Zmeškal
děkan fakulty

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci, včetně všech příloh vypracoval samostatně.

V Ostravě 10. července 2018 ………………………

podpis studenta

Obsah

1 Úvod

Investování do akcií je poměrně rizikové, a proto se obvykle investuje do více akcií, aby se toto riziko minimalizovalo. Důležitou roli hraje nejistá budoucnost, kterou se s využitím stochastického programování snažíme optimalizovat. Dále není vhodné portfolio dále nehlídat, a proto jsou důležité revize, které mají za účel maximálně zefektivnit dané portfolio akcií.

Cílem diplomové práce je sestavení optimálního akciového portfolia pro investování, následná revize tohoto akciového portfolia a srovnání vlivu transakčních nákladů na složení, při investování libovolné částky a podle podmínek, které si daný investor zvolí.

Diplomová práce je rozdělena do pěti kapitol, první kapitola je úvod a poslední kapitolou je závěrečné shrnutí výsledků.

V druhé kapitole se budeme věnovat charakteristice teorií portfolia. Na začátku kapitoly je stručný úvod do historického vývoje teorie portfolia. Dále je popsán proces investování a jednotlivé kroky, které tento proces zahrnuje. Poté je uvedena charakteristika cenných papírů, rozdělení jednotlivých cenných papírů a postup výpočtu základních parametrů cenných papírů. Následuje charakteristika portfolia cenných papírů. Na konci této kapitoly je uveden proces tvorby základních modelů, podle kterých se portfolio tvoří, kterými jsou Markowitzův, Blackův a Tobinův model.

Třetí kapitola je věnovaná charakteristice použité metodiky, kterou bude vypracována praktická část diplomové práce. V úvodu kapitoly jsou uvedeny jednotlivé stochastické procesy, které jsou používány pro predikci vývoje finančních aktiv, konkrétně Wienerův proces, Brownův proces a Mean-reversion procesy. Dále je uveden proces vytvoření korelační matice a Choleskeho algoritmu, následuje popis metody Monte Carlo a popis simulace hodnoty portfolia finančních aktiv. Poté je uveden proces stochastického programování, proces řízení portfolia a nakonec jsou uvedeny jednotlivé druhy transakčních nákladů.

Ve čtvrté kapitole jsou popsány postupy, které vedou k sestavení jednotlivých variant na základě aplikace metodiky, která je uvedena ve třetí kapitole. Na začátku kapitoly jsou představeny jednotlivé akcie a jejich stav na začátku a na konci sledovaného období. Dále je proveden výpočet potřebných údajů pro další postup a následuje predikce jednotlivých scénářů. Poté jsou vypočítány jednotlivé varianty, které jsou v kapitole blíže specifikované a na konci kapitoly jsou porovnány srovnatelné varianty.

2 Charakteristika teorie portfolia

Tato kapitola je určena pro stručný úvod do teorie portfolia, procesu investování, popsání významným finančních aktiv s jejich základními parametry, v závěru kapitoly je popis tvorby portfolia a základní modely, které jsou pro sestavování portfolia používány, těmito modely jsou Markowitzův, Blackův a Tobinův model.

Tato kapitola čerpá především z literatury Fabozzi, Focardi, Kolm (2006), Elton, Gruber, Brown, Goetzmann (2014), Jílek (2009), Sharpe, Alexandr (1994) a Polách (2002).

2.1 Úvod do teorie portfolia

Charakterizovat teorii portfolia je možné jako mikroekonomickou disciplínu. Portfolio je v ekonomii chápáno jako jakýkoli soubor majetku, ať už akcie, hmotný majetek nebo dluhové cenné papíry. Portfolio je vytvářeno za účelem minimalizace rizika, které se diverzifikuje, když je v portfoliu zastoupeno více aktiv. Jednotlivé aktiva samy o sobě mají mnohem vyšší riziko než aktiva dohromady. Vztahem mezi výnosem a rizikem se zabývá teorie portfolia. Tato teorie se snaží přijít na to, kolik se má držet jednotlivých aktiv, aby portfolio dosahovalo požadovaných vlastností.

Základy moderní teorie portfolia položil v roce 1934 J. Hicks v článku „Application of Mathematical Methods to the Theory of Risk“. Moderní teorii portfolia vytvořil Harry Markowitz v letech 1952 – 1959, jako počátek moderní teorie je brán článek z roku 1952 „Portfolio selection“. Hlavním přínosem Markowitzovy studie je konstrukce efektivní hranice portfolia, kdy předpokládá, že investor má averzi k riziku, a tak se jedná o hranici, kdy nelze zvýšit výnos bez toho, aby se zvýšilo riziko a naopak. Tento model byl dále modifikován v průběhu dalších let.

S dalším rozšířením teorie portfolia přišel W. F. Sharpe. Ten v článku „Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk“ dal základ novému modelu oceňování kapitálových aktiv (CAPM), který byl v polovině 60. let nezávisle na sobě vytvořen Sharpem, Lintnerem a Mossinem. Sharpe se zabýval zkoumání křivky CML, která prezentuje rovnovážný vztah mezi střední hodnotou výnosu a směrodatnou odchylkou efektivních portfolií a křivky SML, která vyjadřuje vztah mezi očekávanou výnosností i-tého cenného papíru a kovariance daného cenného papíru s tržním portfoliem. Křivka SML je na rozdíl od CML platná jak pro efektivní, tak pro neefektivní cenné papíry.

2.2 Proces investování

Investicí je chápáno obětování současné spotřeby ve prospěch budoucí spotřeby s tím, že hodnota naší investice se zhodnotí, a my z toho budeme mít větší užitek. Faktory, které ovlivňují investování, jsou riziko a čas. Současnost je jistá, ale budoucnost ne. Z toho vyplývá, že to co máme nyní je jisté, ale jestli bude naše investice navrácena, případně v jaké výši není jasné. Investice můžeme rozdělit na reálné a finanční.

Reálnými investicemi chápeme jak hmotné, tak nehmotné soubory (software, patenty, licence). Hlavně jde o budovy, stroje, sbírky uměleckých předmětů, investice do drahých kovů a další. V porovnání s finančními investicemi není tato skupina tak rozsáhlá.

Mezi finanční investice patří mimo jiné investice do akcií, peněžní vklady, depozitní certifikáty, dluhopisy, finanční deriváty a podílové listy.

Proces investování je možné chápat jako soubor pravidel, dle kterých se investor řídí při rozhodování, do jakých aktiv investovat a jaké množství finančních prostředků do aktiv vložit. Investiční proces se skládá ze 4 dílčích kroků, viz Polách (2002):

1. volba strategie,
2. analýza dokumentů finančních trhů,
3. sestavení portfolia,
4. revize a hodnocení výkonnosti portfolia.

V prvním kroku se postupuje v pěti fázích. Jako první fáze je stanovení investičního záměru, u tohoto kroku si investor musí říct, jakých cílů chce investicí dosáhnout, v další fázi se určí, jak velkou část kapitálu bude investovat. Ve třetí fázi se stanoví výnosnost investice s ohledem na riziko ztráty. Čtvrtou fází je analýza daňového postavení investora a poslední fází je výběr finančních instrumentů vhodných k investování.

Druhý krok je věnovaný analýze dokumentů finančních trhů, v tomto kroku investor hodnotí finanční aktiva, které vybral v první fázi a vylučuje ty, které pro něj nejsou vhodná. Pro analýzu finančních aktiv se používá několik způsobů a metod, které se zabývají analýzou cenných papírů. Nejpoužívanějšími metodami jsou fundamentální a technická analýza. Technická analýza se snaží předpovědět chování aktiva s ohledem na historický vývoj, cílem technické analýzy je dosažení maximálního možného výnosu. Fundamentální analýza je oproti technické mnohem náročnější na zpracování a počet vstupujících dat. Výsledkem fundamentální analýzy je stanovení vnitřní hodnoty akcie a detailní zpracování finanční situace podniku a odhad dalšího vývoje podniku. Vnitřní hodnotu akcie chápeme jako objektivní hodnotu, očištěnou o tržní vlivy. Tuto hodnotu porovnáváme s tržní hodnotou a rozhodujeme se, jestli koupit nebo prodat.

Třetím krokem je sestavení portfolia, v tomto kroku se rozhodujeme, do kterých aktiv budeme investovat a jaké finanční prostředky do jednotlivých aktiv umístíme. U sestavování portfolia se dále používá předpovídání pohybu cen akcií, časování trhu a diverzifikaci, diverzifikací se snižuje riziko, které většina investorů chce mít co nejnižší.

Čtvrtým krokem je revize a hodnocení výkonnosti portfolia. Revizí se rozumí opakování předchozích kroků, protože investor může zvolit jiný investiční záměr, proto je třeba udělat jak analýzu cenných papírů, tak přehodnocení portfolia. Hodnocení výkonnosti chápeme jako dosažené výnosy z investice, ale také jako míru rizika, která je s těmito výnosy spojena.

2.3 Charakteristika cenných papírů

Cenný papír chápeme jako zastupitelný a převoditelný finanční nástroj. Hlavní vlastností je obchodovatelnost, která je nutná, aby byl nástroj považován za cenný papír. Cenný papír je u jedné strany aktivem a na straně druhé je finančním závazkem nebo kapitálovým nástrojem. Hlavními finančními aktivy jsou akcie, dluhopisy a finanční deriváty.

Dluhopisy jsou cenné papíry, se kterými je spojeno právo majitele požadovat splátku dlužné částky ve jmenovité hodnotě, která je uvedena na dluhopisu a zároveň na vyplácení výnosů. S dluhopisem mohou být spojena i další práva, kterými jsou třeba výměna za jiný dluhopis nebo akcii, takovému dluhopisu se říká vyměnitelný nebo určitá přednostní práva. Právo na dluhopis se promlčuje v případě, že uplyne deset let od splatnosti.

Dluhopisy lze dělit dle bonity emitenta, kdy se posuzuje riziko nesplacení. Nejbonitnější jsou státní dluhopisy, dále dluhopisy, které emitují hodnověrné banky a dále podnikové, dluhopisy rizikových bank a dluhopisy komunální.

Dále se dělí podle peněžních toků, které z nich plynou, a to na dluhopisy bezkupónové a kupónové dluhopisy. Bezkupónový dluhopisy (zero bond) je dluhopisy, který v průběhu své životnosti není spojen s kupónovými platbami. Při splacení se splatí jmenovitá hodnota, která je vyšší, než hodnota za kterou byl dluhopis zakoupen, a tento rozdíl je výnosem pro držitele tohoto dluhopisu. Dluhopis s pevnými kupóny je dluhopis, který je v průběhu své životnosti spojen s kupónovými platbami, které se vyplácí v pravidelných intervalech a při splatnosti je vyplacena jmenovitá hodnota dluhopisu.

Dluhopis se dále dá členit podle doby platnosti na krátkodobé, které mají dobu splatnosti do 1 roku, střednědobé a dlouhodobé.

Dluhopisy jsou považovány za jednu z nejbezpečnějších investic, ale kvůli nízkému riziku z nich plyne i nižší výnos. Ovšem toto tvrzení se týká především státních dluhopisů respektive dluhopisů, které emitují bonitní emitenti.

Akcie je majetkový cenný papír, který jeho vlastníkovi dává podíl na základním kapitálu akciové společnosti. Majiteli akcie z držení vyplývají některá práva, a to právo podílet se na řízení akciové společnosti, právo na podíl na zisku, neboli dividendu, podle podmínek, které jsou stanovené zákonem a stanovami společnosti a právo podílu na likvidačním zůstatku při zániku společnosti. Likvidační zůstatek je dělen mezi akcionáře tak, aby odpovídal poměru jmenovité hodnoty jejich akcií.

Akcie dělíme dle několika hledisek. Prvním hlediskem je právní hledisko, neboli jaké práva vyplývají z držení akcií. Akcie dělíme na kmenové, prioritní a zaměstnanecké. Kmenové akcie jsou klasické akcie, akcionáři mají veškerá práva, jako právo na řízení, právo na podíl na zisku a další. Prioritní akcie jsou akcie, které mají přednostní právo na výplatu dividend, u prioritních akcií nemusí být právo na řízení společnosti a tyto akcie nesmí přesáhnout 50% základního kapitálu. Zaměstnanecké akcie mohou zaměstnanci nabýt za lepších podmínek, tyto akcie fungují jako motivace nebo odměna zaměstnancům. Dalším hlediskem dělení akcií je hledisko převoditelnosti, tady rozlišujeme akcii na majitele a akcii na jméno. Dále se můžou dělit na obchodovatelné a neobchodovatelné a další.

Akcie jsou dlouhodobé finanční instrumenty, ale co se týče rizikovosti, jsou jedny z nejrizikovějších.

Finanční deriváty vznikly kvůli potřebě nových finančních aktiv pro řešení problémů v prostředí pohyblivých měnových kursů. Finanční deriváty jsou odvozeny od cenných papírů, tzv. podkladových aktiv. Finanční deriváty je možné chápat jako obchod s obchody, vznikají na základě smluv o budoucích obchodech s akciemi, dluhopisy, podílovými listy. Mezi základní finanční deriváty patří forwardy, futures, swapy a opce.

2.3.1 Základní parametry cenných papírů

Finanční aktiva se hodnotí na základě dvou ukazatelů, kterými jsou výnos a riziko. Obvykle platí, že při vyšším riziku je očekáván vyšší výnos a naopak u nízkého rizika je očekáván nižší výnos.

U výpočtu výnosu a rizika se vychází z historických dat, u kterých se předpokládá, že očekávaný výnos aktiva se rovná průměrné hodnotě skutečných výnosů za dané období.

Výnosem chápeme, jak se aktivum zhodnotí za nějaké časové období. Kapitálový výnos se dá vypočítat buď diskrétně, nebo spojitě. Výnos se skládá i z dividendového výnosu, který vzniká z držby aktiva.

Diskrétní výnos spočítáme dle následujícího vzorce:

$$R_{i,t} = \frac{P_{i,t} - P_{i,t-1}}{P_{i,t}}, \tag{2.1}$$

kde $R_{i,t}$ je diskrétní výnos *i*-tého aktive v čase t, $P_{i,t}$ je cena *i*-tého aktiva v čase *t* a $P_{i,t-1}$ je cena *i*-tého aktiva v čase *t-1*.

Spojitý výnos nám udává změnu ceny aktiva v nekonečně malých časových intervalech a vypočteme je takto:

$$r_{i,t} = \ln \frac{P_{i,t}}{P_{i,t-1}}, \tag{2.2}$$

kde $r_{i,t}$ je spojitý výnos aktiva *i* v čase *t*.

U investování je důležitý očekávaný výnos, který vyjádříme jako průměr z výnosů, ať diskrétních nebo spojitých. Očekávaný výnos vypočítáme podle následujícího vzorce:

$$E(R_i) = \frac{1}{N} \cdot \sum_i R_{i,t}, \tag{2.3}$$

kde $E(R_i)$ je očekávaný výnos, N je počet období, za které je sledovaný výnos a $R_{i,t}$ jsou jednotlivé výnosy za dané období.

Riziko je nevyhnutelnou částí všech aktivit. Na finančních trzích existují finanční rizika, to lze charakterizovat jako potencionální ztráta na finančním trhu, a tedy potenciální ztráta v budoucnosti, ne již realizovaná. Existující ztráta je označována jako očekávaná ztráta, a potenciální ztráta jako neočekávaná ztráta. Právě na neočekávané ztráty by se měly tvořit opravné položky. Každá finanční ztráta snižuje hodnotu instituce. Finanční rizika rozdělujeme do pěti hlavních kategorií:

- úvěrové riziko,
- tržní riziko,
- likvidní riziko,
- operační riziko,
- obchodní riziko.

Přiblížíme si pouze tržní riziko, jedná se o riziko ztráty ze změn finančních nástrojů na trhu. Existují čtyři kategorie tržního rizika, kterými jsou:

- úrokové riziko, toto riziko se vztahuje na nástroje, u kterých je změna ceny citlivá na úrokovou míru,
- akciové riziko, které vyplývá ze změny cen nástrojů citlivých na ceny akcií, v případě poklesu ceny akcií má investor ztrátu,
- komoditní riziko, které se vztahuje na nástroje, které jsou citlivé na pohyb komodit,
- měnové riziko, souvisí s pohybem měnových kurzů.

Riziko se počítá jako pomocí rozptylu a směrodatné odchylky. Výpočet rozptylu je následující:

$$\sigma^2(R_i) = \frac{1}{N} \cdot \sum_{1=t}^{N} \left[R_{i,t} - E(R_i) \right]^2 , \tag{2.4}$$

kde $\sigma^2(R_i)$ je rozptyl výnosu *i*-tého aktiva.

Směrodatnou odchylku vypočteme jako odmocninu z rozptylu. Platí, že čím je směrodatná odchylka vyšší, tak tím je vyšší podstupované riziko:

$$\sigma(R_i) = \sqrt{\sigma^2(R_i)} , \tag{2.5}$$

kde $\sigma(R_i)$ je směrodatná odchylka *i*-tého aktiva.

Závislost mezi dvěma aktivy vypočítáme pomocí kovariance, která se pohybuje v hodnotách od -∞ do ∞. U kovariance platí, že čím vyšší je, tak tím vyšší závislost mezi aktivy je. V případě, že je kovariance záporná, tak se jedná o negativní závislost. Čím blíž je kovariance 0, tak tím nižší závislost se mezi aktivy vyskytuje. Kovarianci vypočítáme následovně:

$$\sigma_{ij} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{t=1}^{N} \left[R_{i,t} - E(R_i) \right] \cdot \left[R_{j,t} - E(R_j) \right], \tag{2.6}$$

kde σ_{ij} je kovariance mezi *i*-tým a *j*-tým aktivem, $R_{i,t}$ je výnos *i*-tého aktiva v čase *t*, $E(R_i)$ je očekávaný výnos *i*-tého aktiva, $R_{j,t}$ je výnos *j*-tého aktiva v čase *t*, $E(R_j)$ je očekávaný výnos *j*-tého aktiva a N je počet aktiv v portfoliu.

Vzájemný vztah mezi dvěma aktivy vyjadřuje korelace, která nabývá hodnot od -1 do 1. Čím víc se blíží hodnota 1, tím větší je mezi aktivy závislost, v případě, že je hodnota záporná, aktiva se vyvíjejí opačně, a tedy jedno zvyšuje svou hodnotu a druhé na hodnotě klesá. V případě, že se korelace rovná 0, závislost se mezi aktivy nevyskytuje. Korelaci vypočteme následovně:

$$\rho_{ij} = \frac{\sigma_{ij}}{\sigma_i \cdot \sigma_j} , \tag{2.7}$$

kde ρ_{ij} je korelace mezi *i*-tým a *j*-tým aktivem, σ_i je směrodatná odchylka *i*-tého aktiva a σ_j je směrodatná odchylka *j*-tého aktiva.

2.3.2 Charakteristika portfolia cenných papírů

Všichni investoři, kteří uvažují racionálně, rozdělují prostředky do více finančních instrumentů, a tím riziko diverzifikují. Soubor finančních aktiv je možné nazvat jako portfolio aktiv. Při správném sestavení portfolia se riziko sníží oproti riziku, které by bylo podstupováno, kdyby se investovalo do jednotlivých aktiv.

U portfolia finančních aktiv platí stejné charakteristiky, jako u jednotlivých aktiv, a tedy při vyšším výnosu je zpravidla vyšší riziko a naopak, při nižším výnosu nižší riziko.

Očekávaný výnos pro portfolio je počítán jako vážený průměr očekávaných výnosů aktiv násobený zastoupením daného aktiva v portfoliu. Vzorec pro výpočet je následující:

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^{N} x_i \cdot E(R_i), \tag{2.8}$$

kde $E(R_p)$ je očekávaný výnos portfolia, x_i je váha *i*-tého aktiva v portfoliu a $E(R_i)$ je očekávaný výnos *i*-tého aktiva.

Riziko v portfoliu vyjádříme stejně jako u jednotlivých aktiv pomocí rozptylu a směrodatné odchylky. Výpočet rozptylu:

$$\sigma_p^2 = \sum_i \sum_j x_i \cdot \sigma_{ij} \cdot x_j, \tag{2.9}$$

kde σ_p^2 je rozptyl portfolia, x_i je váha *i*-tého aktiva v portfoliu, σ_{ij} je kovariance *i*-tého a *j*-tého aktiva a x_j je váha *j*-tého aktiva.

Směrodatnou odchylku dostaneme odmocněním rozptylu:

$$\sigma_p = \sqrt{\sigma_p^2}, \tag{2.10}$$

kde σ_p je směrodatná odchylka portfolia.

2.4 Tvorba portfolia

Tato podkapitola je věnována sestavení akciového portfolia. Při sestavování portfolia bývá sestavována účelová funkce. Účelové funkce můžeme rozdělit do dvou skupin.

V první skupině jsou, dle Zmeškal a kol. (2013, s. 104) „*kritérium střední hodnoty funkce užitku, teoreticky nejpropracovanější, založené na axiomech srovnatelnosti, tranzitivity, substituce a jistotním (certain) ekvivalentu. Na tomto kritériu jsou založeny spotřební a portfolio modely.*“ Předpokladem je normální nebo eliptické rozdělení pravděpodobnosti pro náhodné veličiny nebo užitkovou funkci v kvadratickém tvaru, či aproximovanou Taylorovým rozvojem druhého stupně. Úlohu lze vyjádřit na bázi mean-variance modelu, a tedy pomocí střední hodnoty a směrodatné odchylky. Do této skupiny patří Markowitzův, Blackův, Tobinův a tzv. čtvrtý model.

V druhé skupině jsou kritéria, které jsou především bezpečnostní. U této skupiny je cílem tvorba portfolia s eliminací extrémních ztrát. V této kategorii je kritériem VaR, minimalizace podmíněné střední hodnoty ztráty nebo minimalizace ukazatele RAROC.

2.4.1 Markowitzův model

Markowitzův model předpokládá, že investor má nějakou výši počátečního kapitálu, který může použít na investování do cenných papírů na dané časové období. Po skončení období cenné papíry, které měl v držení, prodá a zisk, který z držení získal, může dále investovat nebo použít pro osobní potřebu. Tento model patří k mean-variance modelům, které převádí všechny skutečnosti na 2 parametry a to střední hodnotu výnosu (očekávaný výnos) a rozptyl, ze kterého získáme směrodatnou odchylku a která představuje riziko.

Hlavními předpoklady Markowitzova modelu jsou:

- investoři jsou averzní k riziku,
- existují dokonalé kapitálové trhy,
- jde o statický model, rozhodování je pouze pro jedno období,
- není dovolený krátký prodej,
- investice je možná pouze do rizikových aktiv,
- transakční náklady a daně jsou zanedbávány,
- aktiva jsou nekonečně dělitelná.

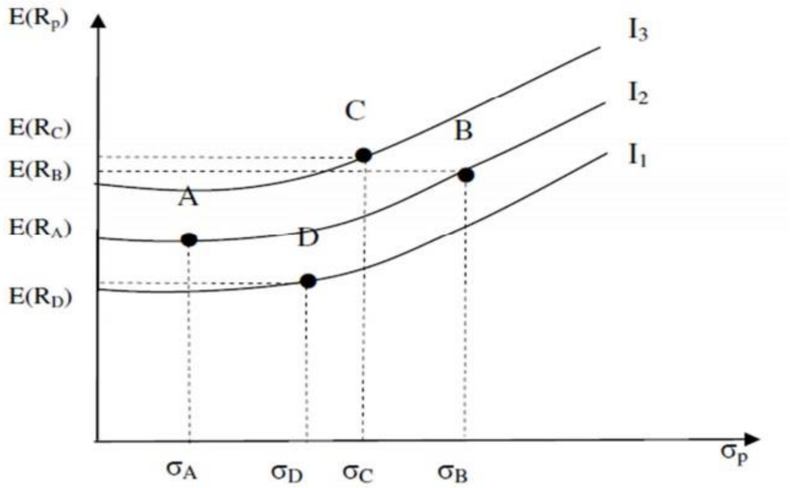
Z tohoto modelu dále vyplývá, že rizikovost celého portfolia závisí na míře korelace výnosů jednotlivých aktiv. Markowitz rozlišuje dle Polách (2002).

1. Aktiva s tzv. pozitivně korelovanými výnosy, jedná se o aktiva, u kterých se výnosy pohybují podobně. Z toho vyplývá, že když bude jedno aktivum vykazovat špatnou výkonnost, tak aktiva, která mají vysokou korelaci s daným aktivem, budou dosahovat podobných výsledků.
2. Aktiva s tzv. negativně korelovanými výnosy. Tyto aktiva se vyvíjejí opačně, a tedy v případě že jedno aktivum bude vykazovat špatnou výkonnost, druhé by mělo vykazovat dobrou výkonnost.

3. Aktiva nekorelovaná. Jedná se o aktiva, mezi kterými se nevyskytuje žádný vztah. Vyvíjí se nezávisle na sobě. Pro takové aktiva dosahuje korelační koeficient hodnoty 0.

U výběru portfolia se používají indiferenční křivky. Každý investor má těchto křivek nekonečně mnoho. Tyto křivky vyjadřují preferenci očekávaného rizika a výnosu, které je u každého investora odlišné. Každá indiferenční křivka zahrnuje kombinace všech portfolií, které jsou pro jednotlivého investora stejně zajímavé, přinášejí mu stejný užitek. Indiferenční křivky se nemohou protínat. Důležitou vlastností je také to, že investor dává přednost vždy výše položené křivce před níže položenou.

Obrázek 2.1 Mapa indiferenčních křivek rizikově averzního investora.



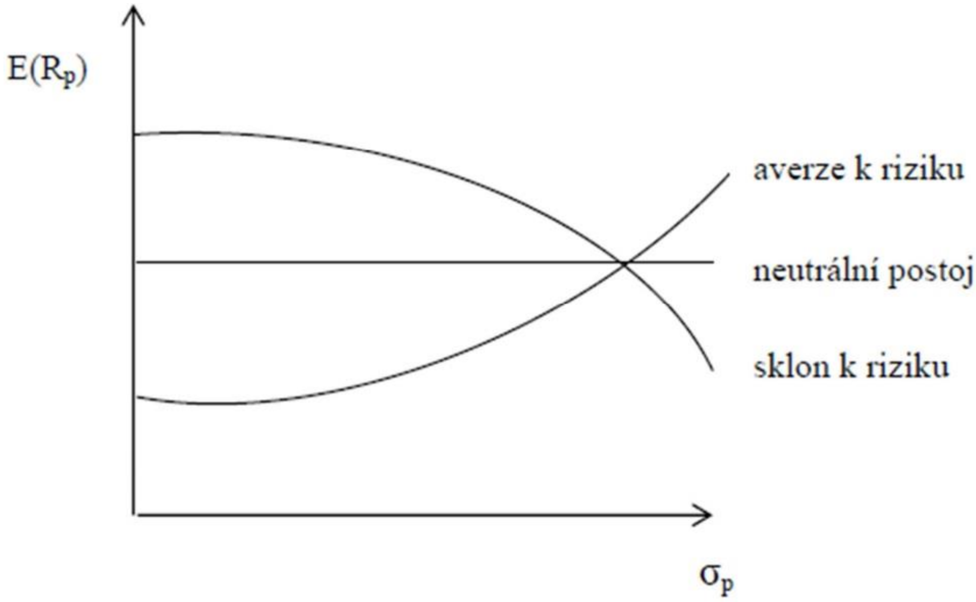
Zdroj: Sharpe, Alexander (1994, s. 113)

Na obrázku 2.1 vidíme mapu indiferenčních křivek. Na ose *x* je nanesená směrodatná odchylka, která znázorňuje riziko a na ose *y* je nanesená očekávaná výnosnost. Bod A a bod B jsou pro investora stejná, protože leží na stejné indiferenční křivce, bod C je položen na nejvýše položené indiferenční křivce a je tedy nejlepší volbou a bod D leží na nejnižší a tak představuje nejméně optimální volbu pro investora.

Dalšími předpoklady, které souvisí s indiferenčními křivkami podle Markowitze jsou tzv. předpoklad nenasycenosti. Tento předpoklad znamená, že investor vždy dá přednost vyšší koncové hodnotě bohatství. Když se tedy bude rozhodovat u dvou portfolií, které budou mít stejnou směrodatnou odchylku, tak zvolí portfolio s vyšším výnosem. Jako druhý předpoklad je postoj k riziku, ten souvisí s tím, že investoři jsou obvykle rizikově averzní, a tedy vždy zvolí nižší riziko neboli portfolio s nižší směrodatnou odchylkou. Postoj k riziku je vyjádřen pomocí indiferenčních křivek, s tím, že každý investor má jiný přístup k riziku. Postoj k riziku je zobrazen sklonem indiferenčních křivek, investor s vyšší averzí vůči riziku bude mít křivku se strmějším sklonem.

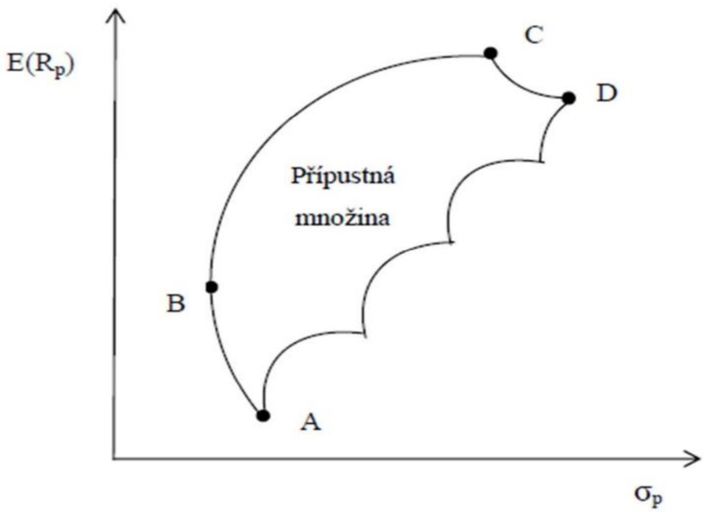
Markowitzův model pracuje pouze s rizikově averzními investory, ale alternativní přístupy připouští i investory, kteří jsou rizikově neutrální nebo mají sklon k riziku. Rizikově neutrální investor se nedívá na riziko portfolia, ale volí portfolio s nejvyšší výnosností. Investor se sklonem k riziku chce vyšší výnos i za cenu vysokého rizika. Na obrázku 2.2 jsou zobrazeny indiferenční křivky jednotlivých investorů s ohledem na jejich postoj k riziku.

Obrázek 2.2 Indiferenční křivky dle postoje k riziku



Z cenných papírů, které máme k dispozici, můžeme vytvořit nekonečný počet portfolií. To je nazýváno přípustnou množinou, jsou v ní zahrnuty veškeré kombinace, které mohou být z cenných papírů složeny, bez ohledu na efektivitu portfolií. Tato množina má obvykle tzv. „deštníkový tvar". Přípustná množina je znázorněna na obrázku 2.3

Obrázek 2.3 Přípustné množiny

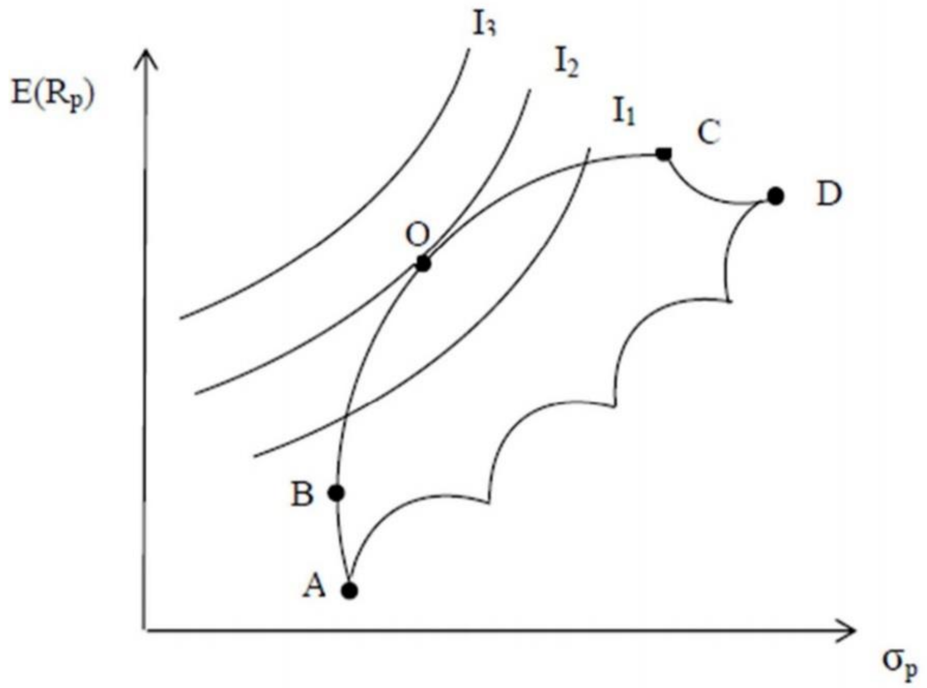


Zdroj: Sharpe, Alexander (1994, s. 129)

Pro investora ovšem nejsou relevantní všechny portfolia, které leží na přípustné množině, ale pouze portfolia, které splňují to, že přináší maximální výnos při různých úrovních rizika a mají minimální riziko při různých úrovních výnosnosti. Tato portfolia se nazývají efektivní. U těchto portfolií nelze zlepšit ani jednu hodnotu bez toho, aby se druhá hodnota zhoršila, a tedy při snížení rizika klesne výnosnost portfolia a při zvýšení výnosnosti se zvýší riziko. Z obrázku vidíme, že efektivní množina se pohybuje po křivce od bodu B do bodu C, kdy portfolio v bodě B nabízí nejnižší riziko a portfolio v bodě C nejvyšší výnosnost. Bod A nabízí nižší výnos při vyšším riziku než portfolio B, a tedy je neefektivní. Bod D nabízí vyšší riziko než bod C s nižší výnosností, z toho důvodu se jedná také o neefektivní portfolio. Z portfolií, které leží na křivce od bodu B do bodu C si bude investor hledat optimální portfolio.

K nalezení optimálního portfolia pro daného investora je třeba nanést mapu indiferenčních křivek a efektivní množinu do jednoho obrázku.

Obrázek 2.4 Optimální portfolio



Zdroj: Sharpe, Alexander (1994, s. 130)

Na obrázku 2.4 vidíme indiferenční křivky daného investora. Investor si vybírá portfolio podle indiferenční křivky, která se dotýká nejvýše. V obrázku 2.4 se jedná o bod O, který leží na křivce I_2.

Konstrukce efektivní množiny podle Markowitzova modelu

K sestavení portfolia dle Markowitze je jako první potřeba najít krajní body efektivní množiny, jeden bod pro portfolio s minimálním rizikem a druhy bod pro portfolio s maximálním středním výnosem. Jako další je potřeba formulovat úlohu pro portfolia ležící mezi krajními body. Matematické formulace jsou převzaty ze Zmeškal a kol. (2013).

Úloha 2.1 minimalizace rizika

Formulace úlohy A pro minimální riziko (efektivní portfolio A)

Účelová funkce: $$\sigma_p \rightarrow \min . \qquad \text{(ÚF1)}$$

Omezující podmínky:

$$\sum_i x_i = 1, \qquad \text{(P1)}$$

$$x_i \geq 0, \text{ pro } i = 1,2,...., N, \qquad \text{(P2)}$$

$$\text{kde } \sigma_p = \sqrt{\sum_i \sum_j x_i \times \sigma_{ij} x_j} = \sqrt{\vec{x}^T \times C \times \vec{x}} . \qquad \text{(R1)}$$

Účelová funkce hledá minimální směrodatnou odchylku portfolia. Dále jsou obsaženy dvě podmínky, první podmínkou je investování pouze prostředků, které má investor ve vlastnictví, nemůže investovat více. Druhou podmínkou je zamezen krátký prodej. Rovnice (R1) je pro výpočet směrodatné odchylky portfolia.

Úloha 2.2 maximalizace výnosu

Formulace úlohy B pro maximální očekávaný výnos (efektivní portfolio B)

Účelová funkce: $$E(R_p) \rightarrow \max . \qquad \text{(ÚF2)}$$

Omezující podmínky:

$$\sum_i x_i = 1, \qquad \text{(P1)}$$

$$x_i \geq 0, \text{ pro } i = 1,2,...., N, \qquad \text{(P2)}$$

$$\text{kde } E(R_p) = \sum_i x_i \times E(R_i) = \vec{x}^T \times E(\vec{R}) . \qquad \text{(R1)}$$

Účelová funkce vyjadřuje maximalizaci očekávaného výnosu při podmínkách (P1) a (P2), tyto podmínky jsou stejné jako u portfolia A. Rovnice pro portfolio B je výpočet střední hodnoty výnosu portfolia.

Úloha 2.3 vytvoření ekvidistantních bodů

Formulace úloh C až F pro vnitřní ekvidistantní body (efektivní portfolia C až F)

Účelová funkce: $$\sigma_p \rightarrow \min c . \qquad \text{(ÚF3)}$$

Omezující podmínky:

$$\sum_i x_i = 1 \quad , \qquad \text{(P1)}$$

$$x_i \geq 0, \text{ pro } i = 1,2,...., N, \qquad \text{(P2)}$$

$$E(R_p) = E(R_{p-generovan\acute{e}}),\qquad \text{(P3)}$$

$$\text{kde } \sigma_p = \sqrt{\sum_i \sum_j x_i \times \sigma_{ij} x_j} = \sqrt{\vec{x}^T \times C \times \vec{x}},\qquad \text{(R1)}$$

$$\text{kde } E(R_p) = \sum_i x_i \times E(R_i) = \vec{x}^T \times E(\vec{R}).\qquad \text{(R2)}$$

Účelovou funkcí hledáme minimální riziko pro předem stanové (generované) hodnoty očekávaného výnosu portfolia. Stejně jako u portfolia A jsou podmínky (P1) a (P2) stejné. Podmínka (P3) nám říká, že očekávaný výnos se bude rovnat předem stanovenému výnosu, tento výnos stanovíme předem ekvidistantním intervalem.

Ekvidistantní interval pro výpočet jednotlivých hodnot výnosu vypočítáme následovně:

$$ekvidistantni\ interval = \frac{E(R_{p_B}) - E(R_{p_A})}{N-1},\qquad (2.11)$$

kde $E(R_{p_B})$ je výnos portfolia B, $E(R_{p_A})$ je výnos portfolia A a N je počet intervalů.

Výpočet jednotlivých portfolií vypočteme následovně:

$$E(R_{p_j}) = E(R_{p_{j-1}}) + ekvidistantn\acute{\imath}\ interval.\qquad (2.12)$$

2.4.2 Blackův model

Stejně jako Markowitzův model je Blackův model mean-variance a je investovat je možné pouze do rizikových aktiv. Oproti Markowitzova modelu je rozšířen o možnost krátkého prodeje, ať už neomezený nebo omezený krátký prodej.

Sestavení Blackova modelu je velmi podobné Markowitzovu modelu. Jako první jsou nalezeno portfolio A s minimálním rizikem, dalším portfoliem je portfolio B s maximální hodnotou výnosu a nakonec se vypočte ekvidistantní interval a doplní se portfolia v intervalu. Rozdíl je v podmínce (P2), která se změní na podmínku (P2´),

$$x_i \geq -1,\ \text{pro}\ i = 1,2,...,N,\qquad \text{(P2´)}$$

tato podmínka omezuje počet investovaných prostředků v disponibilní výši.

2.4.3 Tobinův model

Markowitzův a Blackův model pracují s předpokladem, že není možné investovat do bezrizikových aktiv. Tobinův model předpokládá, že existuje bezrizikové aktivum, které je možné do portfolia zařadit neomezeně. Do bezrizikového aktiva je možné tedy jak investovat (zapůjčování – lending) tak je možné jeho vypůjčování (borowing), neboli krátký prodej. Dle Zmeškal a kol. (2013) existuje několik variant tohoto modelu:

- bezrizikové aktivum je možné pouze zapůjčovat,

- bezrizikové aktivum je možné pouze vypůjčovat,
- bezrizikové aktivum je možné zapůjčovat i vypůjčovat za stejnou bezrizikovou sazbu,
- bezrizikové aktivum je možné zapůjčovat i vypůjčovat za rozdílnou bezrizikovou sazbu.

U Tobinova modelu je důležitým pojmem tzv. tržní portfolio. Toto portfolio je složeno ze všech rizikových aktiv na trhu a jejich dílčí podíly odpovídají rovnovážné hodnotě jejich tržní kapitalizace. Tržní portfolio je optimální pro investora, který investuje do všech rizikových aktiv, které na trhu jsou, a má averzní postoj k riziku, protože toto portfolio dosahuje maximálního poměru dodatečného očekávaného výnosu a rizika.

Úloha 2.4 nalezení tržního portfolia

Formulace úlohy M – nalezení tržního portfolia (M)

Účelová funkce:
$$\frac{E(R_M) - R_F}{\sigma_M} \to \max . \tag{ÚF}$$

Omezující podmínky:
$$x_F + \sum_k x_k = 1, \tag{P1}$$
$$x_k \geq 0 \text{ pro } k = 1,2,..., N, \tag{P2}$$
$$x_F = 0, \tag{P3}$$

kde
$$E(R_M) = \sum_{i=1}^{N+1} x_i \cdot E(R_i), \tag{R1}$$
$$\mathrm{var}(R_M) = \sum_{i=1}^{N+1} \sum_{j=1}^{N+1} x_i \cdot \sigma_{ij} \cdot x_j = \vec{x}^T \cdot C \cdot \vec{x}, \tag{R2}$$
$$\sigma_M = \sigma(R_M) = \sqrt{\mathrm{var}(R_M)} . \tag{R3}$$

Symbol x_k vyjadřuje podíl rizikového aktiva, symbol x_F vyjadřuje podíl bezrizikového aktiva a symbolem x_i (x_j) je označeno jak rizikové tak bezrizikové aktivum. Účelová funkce vede k maximalizaci sklonu přímky CML. Podmínka (P1) představuje dílčí podíly do jednotlivých aktiv. Podmínka (P2) zajišťuje pouze zapůjčovat, není povolen krátký prodej. Podmínkou (P3) je znemožněno zahrnout bezrizikové aktivum do portfolia. Rovnicemi (R1), (R2) a (R3) jsou propočteny jednotlivé parametry portfolií.

Úloha 2.5 vytvoření ekvidistantních bodů

Formulace úloh pro nalezení efektivních portfolií.

Účelová funkce:
$$E(R_p) \to \max .$$

Omezující podmínky:

$$x_F + \sum_{k}^{N} x_k = 1\,, \tag{P1}$$

$$x_k \geq 0 \text{ pro } k = 1,2,...,N\,, \tag{P2}$$

$$\sigma_p = \sigma_{p-generovane}, \tag{P3}$$

kde

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^{N+1} x_i \cdot E(R_i)\,, \tag{R1}$$

$$\text{var}(R_p) = \sum_{i=1}^{N+1}\sum_{j=1}^{N+1} x_i \cdot \sigma_{ij} \cdot x_j = \vec{x}^T \cdot C \cdot \vec{x}\,, \tag{R2}$$

$$\sigma_p = \sqrt{var(R_p)}\,. \tag{R3}$$

Pro nalezení efektivních portfolií pro danou směrodatnou odchylku se maximalizuje střední hodnota výnosu portfolia pro stanovou směrodatnou odchylku. V tomto případě je možné do bezrizikového aktiva jak investovat tak jej prodávat nakrátko.

Jako první je nalezeno tržní portfolio M, dále je sestaveno bezrizikové portfolio F, složení tohoto portfolia jsou předem známy. Pro výpočet směrodatné odchylky pro efektivní portfolia je použit ekvidistantní interval, který vypočteme takto:

$$\textit{ekvidistantní interval} = \frac{\sigma_M - \sigma_F}{N-1}\,, \tag{2.13}$$

kde σ_M je směrodatná odchylka tržního portfolia a σ_F je směrodatná odchylka bezrizikového aktiva, která je rovna nule. Generovanou směrodatnou odchylku vypočteme takto:

$$\sigma_{p_j} = \sigma_{p_{j-1}} + \textit{ekvidistantní interval}\,. \tag{2.14}$$

Jako poslední je proveden propočet efektivní množiny CML podle známého vztahu:

$$E(R_p) = R_F + \frac{E(R_M) - R_F}{\sigma_M} \cdot \sigma_p\,. \tag{2.15}$$

3 Charakteristika použité metodiky

Tato kapitola je zaměřena na metodiku pro sestavení a revizi akciového portfolia. V této kapitole jsou popsány stochastické procesy finančních aktiv a postup simulace hodnoty portfolia finančních aktiv. Dále je popsána metoda Monte Carlo a na závěr je popsán proces stochastického programování a přiblížení transakčních nákladů při revizi portfolia. Kapitola je zpracována především podle Cyhelský a kol. (1999), Fábry (2011), Fabozzi, Focardi, Kolm (2006), Fabian, Kluiber (2011), Fotr, Hnilica (2014), Shapiro, Philpott (2007) a Zmeškal a kol. (2013).

3.1 Stochastické procesy finančních aktiv

Vývoj finančních aktiv v čase je náhodný, proto můžeme jejich průběh označit jako stochastický proces. Stochastické modely se vyznačují tím, že některé procesy se řídí zákony pravděpodobnostního charakteru, a tak se můžeme setkat s označením pravděpodobnostní modely. Stochastické procesy můžeme popsat buď diskrétně, nebo spojitě, kdy u diskrétního popisu jsou aplikovány u simulací a spojité jsou používány především při analytickém řešení.

K základním procesům patří Wienerův proces, geometrický Brownův pohyb, Itôův proces a Itôova lemma.

3.1.1 Wienerův proces

Wienerův proces je základním procesem, někdy označován jako specifický Wienerův proces a je základním prvkem ostatních spojitých procesů. Předpoklady pro Wienerův proces jsou, dle Zmeškal a kol. (2013) tyto:

- sleduje Markovův proces, predikované ceny jsou ovlivněny pouze aktuální cenou a ne cenami historickými,
- změny cen jsou v čase nezávislé.

Wienerův proces je zapsán takto:

$$\tilde{z}_{0+dt} - z_0 = dz = \tilde{\varepsilon} \cdot \sqrt{dt}\,, \tag{3.1}$$

kde dt je nekonečně malá změna času, $\tilde{\varepsilon}$ je náhodná proměnná z normovaného normálního rozdělení N (0,1). Z to vyplývá nulová střední hodnota, $E(dz) = 0$ a rozptyl odpovídá změně času, $\mathrm{var}(dz) = dt$, kdy směrodatná odchylka je její mocnina, $\sigma(dz) = \sqrt{dt}$.

Pokud uvažujeme, že se cena vyvíjí v čase za k intervalů o stejné délce dt, tak

$$\tilde{z}_T - z_0 = \sum_{i=1}^{k} \tilde{\varepsilon} \cdot \sqrt{dt}\,. \tag{3.2}$$

Z toho lze odvodit, že $E(\tilde{z}_T) = 0$, rozptyl $\mathrm{var}(\tilde{z}_T) = k \cdot dt = T$ a směrodatná odchylka $\sigma(\tilde{z}_T) = \sqrt{T}$.

Stochastický proces, který v sobě zahrnuje zvláštní případy Wienerova procesu. Tímto procesem je Itôův proces, který je definován pro proměnou x následovně:

$$dx = a(x;t) \cdot dt + b(x;t) \cdot dz, \tag{3.3}$$

kde $a(x;t)$ je přírůstek a $b(x;t)$ směrodatná odchylka změny proměnné, dt je časový interval a dz je Wienerův proces.

Pro nestochastické funkce je obdobou Taylorova rozvoje Itôova lemma, používá se pro funkce, s proměnnými, které jsou stochastickými procesy. Itôova lemma je definována takto:

$$dG = \left[\left(\frac{\partial G}{\partial x} \cdot a(\cdot) \right) + \frac{\partial G}{\partial t} + \frac{1}{2} \cdot \frac{\partial^2 G}{\partial x^2} b^2(\cdot) \right] \cdot dt + \frac{\partial G}{\partial x} \cdot b(\cdot) \cdot dz. \tag{3.4}$$

3.1.2 Brownův proces

Brownovy procesy jsou dva a to aritmetický Brownův pohyb a geometrický Brownův pohyb.

Aritmetický Brownův pohyb je zvláštním případem Itôova procesu. Bývá někdy nazýván jako zobecněný Wienerův proces. Matematický zápis pro tento proces je následovný:

$$dx = \mu \cdot dt + \sigma \cdot dz, \tag{3.5}$$

kde dx je přírůstek hodnoty, μ je koeficient růstu, dt je časový interval, σ je směrodatná odchylka a dz představuje Wienerův proces.

Jelikož jsou u tohoto procesu parametry konstantní a nezávislé na ostatních proměnných, tak se cena vyvíjí lineárním trendem. Nevýhodou tohoto trendu je, že se hodnoty mohou dostat do záporných čísel.

Střední hodnotu můžeme zapsat jako $E(dx) = \mu \cdot dt$, očekávanou střední hodnotu v čase T jako $E(x_T) = x_0 + \mu \cdot T$. Rozptyl přírůstku hodnoty zapíšeme jako $\mathrm{var}(dx) = \sigma^2 \cdot dt$ a rozptyl očekávaných hodnot v čase T zapíšeme takto $\mathrm{var}(x_T) = \sigma^2 \cdot T$.

U geometrického Brownova pohybu se cena vyvíjí exponenciálním trendem, tento trend má velké uplatnění ve finančním modelování a vychází z následující formulace:

$$dx = \mu \cdot x \cdot dt + \mu \cdot x \cdot dz, \tag{3.6}$$

toto můžeme zapsat i tak, aby byla jasná interpretace jednotlivých parametrů celého procesu:

$$\frac{dx}{x} = \mu \cdot dt + \sigma \cdot dz, \tag{3.7}$$

z tohoto zápisu je zřejmé, že se tento proces hodí pro vyjádření výnosu ceny aktiva x a že μ uvádí průměrný výnos, který se udává obvykle za období jednoho roku, zatímco σ uvádí jeho směrodatnou odchylku, opět za jeden rok.

Střední hodnotu stanovíme jako $E(dx) = \mu \cdot dt$ a rozptyl takto $\operatorname{var}(dx) = \sigma^2 \cdot dt$.

Pokud předpokládáme, že proměnná (výnos finančního aktiva) se vyvíjí podle procesu uvedeného v (3.6), tak při použití Itôovy lemmy pro funkci $G = \ln x$ ukázat, že:

$$dG = d\ln S = \alpha \cdot dt + \sigma \cdot dz\,. \tag{3.8}$$

V tomto případě se jedná o vyjádření spojitého výnosu, kde $\alpha = \mu - \frac{\sigma^2}{2}$ a $\mu = \ln\frac{S_T}{S}$. Potom pro finanční aktivum S můžeme postupně získat budoucí cenu:

$$S_T = S_0 \cdot \exp(\alpha \cdot T + \sigma \cdot dz)\,, \tag{3.9}$$

očekávanou budoucí hodnotu:

$$E(S_T) = S_0 \cdot \exp(\mu \cdot T)\,,$$

a rozptyl:

$$\operatorname{var}(S_T) = S^2 \cdot \exp(2 \cdot \alpha \cdot T) \cdot \left[\exp(\sigma^2 \cdot T) - 1\right].$$

3.1.3 Mean-reversion procesy

Tyto procesy jsou určeny především pro predikci úrokových sazeb, protože modely, které se používají na akcie (geometrický Brownův proces) není možné použít, protože u úrokových sazeb obvykle nedochází k neomezenému růstu nebo poklesu do záporných hodnot. Úrokové sazby mají tendenci vracet se k dlouhodobým rovnovážným sazbám. Těmto procesům se proto říká mean-reversion. Tyto modely v sobě mají obvykle zahrnut parametr, který zaručuje návrat k dlouhodobé rovnováze a rychlost navrácení se k dlouhodobé rovnováze. V praxi jsou modely využívány jak pro sledování vývoje úrokových sazeb, tak při zkoumání vývoje cen komodit a dále i v podnikové oblasti.

Všechny uvedené procesy vychází z Itôova procesu a obsahují v sobě tedy i Wienerův proces. Nejvýznamnější a nejpoužívanější stochastické spojité modely pro úrokové sazby jsou RB model, HL model, BDT model, Vašíčkův model, CIR model, HW model, BK model.

RB model (Rendleman-Bartter) je vyjádřen takto,

$$dr = m \cdot r \cdot dt + \sigma \cdot r \cdot d\tilde{z}\,, \tag{3.10}$$

kde m je střední hodnota výnosu sazeb, r je úroková sazba, σ je směrodatná odchylka výnosu úrokových sazeb. Tento model se podobá standartnímu geometrickému Brownovu pohybu používaného pro simulaci dynamiky akcií. Výsledkem po transformaci je lognormální rozdělení budoucích krátkodobých úrokových sazeb. Tento model je ovšem po aplikaci na reálné data málokdy potvrzen.

HL model (Ho-Lee) je zapsán takto:

$$dr = \theta(t) \cdot dt + \sigma \cdot d\tilde{z}, \tag{3.11}$$

jedná se o spojitou verzi HL modelu. Funkce $\theta(t)$ je navolena tak, aby konečná křivka budoucích výnosů odpovídala běžné termínové struktuře. Nedostatkem modelu může být to, že sazba $r(t)$ může být pro některé t záporná.

BDT model (Black-Derman-Toy) je definován takto:

$$d \ln r = \theta(t) \cdot dt + \sigma \cdot d\tilde{z}, \tag{3.12}$$

tento model je téměř stejný jako HL model, pouze se změněnou výchozí proměnou z r na proměnnou $\ln r$. Když bude použita Itôova lemma, můžeme tento model transformovat do následujícího tvaru:

$$dr = \left[\theta(t) + \frac{1}{2}\sigma^2 \right] \cdot r \cdot dt + \sigma \cdot r \cdot d\tilde{z}. \tag{3.13}$$

Vašíčkův model je pojmenován po Oldřichu Vašíčkovi, který ho publikoval v časopise Journal of Financial Economics v roce 1977, rozlišujeme dva Vašíčkovy modely, a to aritmetický a geometrický. Aritmetický model zapíšeme takto:

$$dr = a \cdot (b - r) \cdot dt + \sigma \cdot d\tilde{z}, \tag{3.14}$$

model patří mezi reverzní modely a použijeme jej, pokud ukazatel nabývá jak kladných, tak záporných hodnot. Pracuje s konstantními koeficienty, respektuje zjištěnou vlastnost úrokových sazeb, návrat k dlouhodobé rovnováze b a parametrem rychlosti přibližování k dlouhodobé rovnováze a. Nevýhodou tohoto modelu je, že může dosahovat záporných hodnot, a to není vždy realistické.

Geometrický Vašíčkův model jde použít, pouze v případě, že veličina nabývá kladných hodnot, nemůže nabývat záporných hodnot.

CIR model (Cox-Ingersoll-Ross) zapíšeme takto:

$$dr = a \cdot (b - r) \cdot dt + \sigma \cdot \sqrt{r} \cdot d\tilde{z}, \tag{3.15}$$

tento model se podobá Vašíčkovu modelu, s tím rozdílem, že je rozšířen o $\sqrt{r}$, což znamená, že rozptyl se při růstu úrokových sazeb zvyšuje. Tímto opatřením se zabraňuje výskytu záporných úrokových sazeb.

HW model (Hull-White) je definován takto:

$$dr = \left[\theta(t) - a \cdot \ln r \right] \cdot dt + \sigma \cdot d\tilde{z}, \tag{3.16}$$

jedná se o modifikovaný HL model, s přidanou dlouhodobou úrokovou sazbou. HW model je kalibrován tak, aby spotové a forwardové výnosové křivky byly v souladu.

BK model (Black-Karasinski) je vyjádřen takto:

$$d\ln r = \left[\theta(t) - a \cdot \ln r\right] \cdot dt + \sigma \cdot d\tilde{z}\,, \tag{3.17}$$

jedná se o modifikovaný BDT model, r je úroková sazba, a je parametr rychlosti přibližování k dlouhodobé rovnováze, $\theta(t)$ je parametr pro vyrovnání forwardových a spotových sazeb σ je směrodatná odchylka úrokových sazeb $dz = \tilde{\varepsilon} \cdot \sqrt{dt}$ je specifický Wienerův proces, $\tilde{\varepsilon} \in N(0;1)$.

3.2 Korelace a Choleskeho algoritmus

Korelace slouží ke zjištění statistické závislosti jednotlivých reziduí náhodných složek. Výpočet korelace je následovný:

$$\rho_{ij} = \frac{\sigma_{ij}}{\sigma_i \cdot \sigma_j}\,, \tag{3.18}$$

kde ρ_{ij} uvádí závislost mezi proměnnými. Hodnota korelačního koeficientu se pohybuje od -1 do 1, s tím, že může existovat jak pozitivní závislost, neboli aktiva se vyvíjejí podobně, tak negativní závislost, a tedy aktiva se vyvíjejí opačně, třetí variantou je případ, kdy aktiva na sobě závislá nejsou a to nastává, když korelační koeficient je roven 0.

Vztah mezi dvěma aktivy neboli kovarianci vypočítáme takto:

$$\sigma_{ij} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\left[r_i - E(r_i)\right] \cdot \left[r_j - E(r_j)\right]. \tag{3.19}$$

Na základě jednotlivých kovariancí můžeme vypočítat kovarianční matici, u které budou na hlavní diagonále rozptyly jednotlivých aktiv. Mezi Choleskeho a dekompoziční maticí P a kovarianční maticí C je tento vztah:

$$C = P \cdot P^T\,, \tag{3.20}$$

kde P^T je transformovaná horní trojúhelníková matice.

K sestrojení horní trojúhelníkové matice P použijeme následující vzorce:

$$p_{ii} = \left(\rho_{ii} - \sum_{k=1}^{i-1} p_{ki}^2\right)^{\frac{1}{2}}, \tag{3.21}$$

pro $i = 1, 2, ..., N$,

$$p_{ij} = \left(\rho_{ij} - \sum_{k=1}^{i-1} p_{ki} \cdot p_{kj}\right) \cdot p_{ii}^{-1}\,, \tag{3.22}$$

pro $1 \le i < j \le N$, a nakonec:

$$p_{ij} = 0, \tag{3.23}$$

pro $i > j$, přičemž $i, j = 1, 2, ..., N$ a N představuje počet náhodných faktorů (aktiv v portfoliu). Matici P je možné sestavit alternativně na základě kovarianční matice C, ale v takovémto případě nebudou konečné náhodné prvky z normovaného normálního rozdělení, kdy $\sigma = 1$, ale včetně směrodatných odchylek σ_i.

3.3 Simulační metoda Monte Carlo

Způsobům, jak se vypořádat s nejistotou, která působí ve finančních systémech je několik. Mezi tyto způsoby patří citlivostní analýza, analýza scénářů, analýza bodu zvratu a další, jako poslední máme metodu simulační analýzy, z jejího výsledku dostaneme odhad pravděpodobnosti rozdělení variant výstupu. Tato simulace umožňuje napodobení reálného chování a sledování systému v čase.

Ze simulací jsou vytvořeny simulační modely a ty odráží matematické a logické vztahy mezi jednotlivými prvky systému. Mezi tyto simulační metody řadíme metodu Monte Carlo.

Simulace Monte Carlo vznikla již ve 40. letech 20. století a byla využita už během druhé světové války. Jejími tvůrci jsou, S. M. Ulam a John von Neumann, kteří zkoumali chování neutronů. Metoda Monte Carlo má mnoho využití, a tak kromě fyzikálních problémů je používána i k řešení problémů ekonomických či technických.

Monte Carlo je třída algoritmů, které jsou používány pro simulaci systémů. Jedná se o metodu, která používá stochastické principy, kdy se používá modelující přístup, který vychází ze vztahů mezi matematickou úlohou a vhodně uspořádanými experimenty, tyto dvě části se spojí a vznikne matematicko-stochastické zpracování. V případě nestochastických úloh je metoda Monte Carlo použita k určení pravděpodobnosti nebo střední hodnoty a tyto hodnoty můžeme simulovat relativními četnostmi nebo aritmetickými průměry, viz Fabian, Kluiber (2011).

Simulace Monte Carlo je dnes obvykle použita v situacích, kdy nemůžeme předem spočítat požadovaný výsledek, který je např. ve formě vzorce, a tak je nutné postup simulovat. V případě, že existuje víc významných rizikových faktorů, není možné použít konvenční metody nástroje analýzy rizika. Metoda Monte Carlo je pro takový případ východiskem, jelikož její podstatou je vygenerování velkého počtu scénářů a následný propočet všech kritérií pro jednotlivé scénáře, viz Fotr, Hnilica (2014).

Protože výstupy procesu určují výsledky náhodný procesů, tento proces je nedeterministický. Generované hodnoty vychází z náhodných čísel, které jsou rovnoměrně rozděleny v intervalu (0;1).

Pro praktické sestrojování náhodných čísel je tento proces příliš zdlouhavý, složitý a s možností dílčích nedostatků. Z toho důvodu jsou používány tzv. pseudonáhodné čísla. Tyto čísla je možné dostat pomocí výpočetní techniky a specializovaných programů. Jeden z programů, které v sobě mají vložený generátor pseudonáhodných čísel je MS Excel, pomocí kterého můžeme generovat náhodné veličiny s vybraným rozdělením pravděpodobnosti. Tento generátor ovšem úplně nesplňuje požadavky na profesionální kvalitu, ale i tak můžeme výsledky považovat za velmi dobré a věrohodné.

3.4 Simulace hodnoty portfolia finančních aktiv

U simulace hodnoty portfolia aktiv musíme vzít v úvahu korelaci mezi jednotlivými náhodnými faktory. Jednou z možností je udělat generování náhodného vektoru prvotních faktorů ($\vec{\varepsilon}$) podle Choleskeho algoritmu následovně:

$$\vec{\varepsilon}^T = \vec{e}^T \cdot P, \tag{3.24}$$

kde $\vec{e}$ je vektor nezávislých náhodných proměnných z normovaného normálního rozdělení (0;1) a P je horní trojúhelníková matice odvozená z korelační matice R.

Vztah mezi maticí R a korelační maticí je následovný:

$$R = P \cdot P^T, \tag{3.25}$$

Výnos portfolia (R_Π) pro jeden pokus,

$$R_\Pi = \sum_i x_i \cdot R_{Ai}, \tag{3.26}$$

kde x_i je podíl investovaný do jednotlivých akcií a R_{Ai} je náhodný výnos jednotlivých akcií.

Náhodný výnos dle geometrického Brownova pohybu pro daný investiční horizont je dán vztahem:

$$R_{Ai} = \mu_i \cdot \Delta t + \sqrt{\Delta t} \cdot \tilde{\varepsilon}, \tag{3.27}$$

kde μ_i je roční trend, tj. průměrná hodnota výnosu $\mu_i = E(R_{Ai})$, $\tilde{\varepsilon}$ je náhodná veličina z normálního rozdělení $N(0, \sigma_i^2)$, tedy včetně rozptylu při roční směrodatné odchylce σ_i a Δt je počet kroků.

3.5 Stochastické programování

Stochastické programování je přístup pro modelování optimalizačních problémů, které zahrnují nejistotu. Zatímco deterministické problémy optimalizace jsou formulovány se známými parametry, problémy reálného světa téměř vždy zahrnují proměnné, které nejsou známy v době rozhodování. Jestliže jsou proměnné nejisté, ale předpokládá se, že leží v dané množině možných hodnot, můžeme hledat řešení, které je možné pro všechny parametry a optimalizuje danou objektivní funkci. Takový přístup by mohl mít smysl, například při sestavování portfolia, kdy je znám pouze odhad budoucího vývoje. Stochastické programovací modely jsou v podobném stylu, ale snaží se využít skutečnost, že distribuce pravděpodobnosti, která řídí data, jsou buď známa, nebo můžou být odhadnuta. Často se tyto modely aplikují na prostřední, ve kterém jsou rozhodnutí prováděna opakovaně v podstatě za stejných okolností s cílem dospět k rozhodnutí, které bude v průměru dobře fungovat. Cílem je najít řešení, které je možné buď pro všechny, nebo alespoň téměř pro všechny možné realizace parametrů a optimalizuje očekávání určité funkce rozhodnutí a náhodných proměnných.

Stochastické programování může být také aplikováno v prostředí, ve kterém musí být provedeno jednorázové rozhodnutí. Příkladem je tvorba investičního portfolia s cílem maximalizovat návratnost. Předpokládá se, že pravděpodobnost rozdělení výnosů z finančních nástrojů, které jsou zvažovány, bude známá, ale vzhledem k chybějícím údajům budoucích období, bude nutné tyto distribuce vyvodit z některého doplňujícího modelu, který může v nejjednodušší formě vycházet pouze z přesvědčení investora. Další komplikací v tomto případě je volba objektivní funkce. Maximalizace očekávané návratnosti se stává méně odůvodnitelnou, pokud má být rozhodnutí učiněno pouze jednou a postoj investora k riziku se poté stává důležitým.

Nejvíce používané a studované stochastické programovací modely jsou dvoustupňové programy. V první fázi investor učiní kroky, po kterých nastane náhodná událost, která ovlivňuje výsledek prvního stupně. Rozhodnutí o opravném prostředku může být učiněno ve druhé fázi, která vykompenzuje případné špatné vlivy, které mohly vzniknout v důsledku rozhodnutí v prvním kroku. Optimální by v takovém modelu bylo jedno rozhodnutí prvního stupně a soubor rozhodovacích pravidel, který určí, jaká rozhodnutí by měla být přijata v druhé fázi v reakci na jakýkoli náhodný výsledek.

3.5.1 Jednofázové stochastické programování

Pro jednofázové stochastické programování existují dva přístupy a to „Wait and see“ a „Here and now“.

Přístup „Wait and see“ používáme, když už známe náhodný parametr a můžeme ho při rozhodování zohlednit. Jako příklad lze uvést situaci, kdy by byl vývoj kurzů akcií dopředu známý.

Přístup „Here and now“ se rozhodujeme, bez toho aniž bychom znali další vývoj kurzů akcií.

3.5.2 Dvoufázové stochastické programování

V této části se zabýváme dvoufázovým stochastickým programováním k optimalizaci za nejistoty. Základní myšlenka dvoustupňového stochastického spočívá v tom, že (optimální) rozhodnutí by mělo být založeno na datech, které byly dostupné v době rozhodování a neměly by záviset na budoucích pozorováních. Klasické problémy dvoufázového programování mohou být formulovány jako:

$$\min_{x \in X} \left\{ g(x) := f(x) + E\left[Q(x,\varepsilon)\right] \right\}, \tag{3.28}$$

kde $Q(x,\varepsilon)$ je optimální hodnota druhé fáze.

$$\min_{y} f(y) \text{ podléhá } Tx + Wy \le h, \tag{3.29}$$

kde $x \in R^n$ je prvotní rozhodovací vektor. $y \in R^m$ je druhý rozhodovací vektor a $\varepsilon = (q, T, W, h)$ obsahuje údaje o problému druhé fáze. V této formulaci je nutné udělat v první fázi rozhodnutí před tím, než je známa realizace náhodných dat ε, tzv. here and now rozhodnutí. V druhé fázi, poté co jsou zjištěny hodnoty ε, optimalizujeme naše chování řešením vhodného optimalizačního problému, tzv. wait and see rozhodnutí. Kombinací těchto dvou úloh dostaneme dvoufázové stochastické programování

V první fázi se tedy rozhodneme o složení portfolia a ve druhé fázi je provedena revize na základě toho, jak se jednotlivé akcie v budoucnu vyvíjí.

Uvažovaný dvoufázový problém je lineární, protože objektivní funkce a omezení jsou lineární. Koncepčně to není podstatné a můžeme uvažovat o obecnějších dvou fázových stochastických programech. Pokud je například problém prvního stupně celočíselný, jeho realizovaná množina X by mohla být diskrétní (konečná). Formulace dvou fázového problému zahrnuje předpoklad, že data druhého stupně ε mohou být modelována jako náhodný vektor se známým rozložením pravděpodobnosti. V situacích, kdy se během sledovaného časového období podmínky výrazně nemění, lze spolehlivě odhadnout požadované rozdělení pravděpodobnosti a optimalizaci v průměru by mohla být odůvodněna zákonem velkých čísel.

Další základní otázkou je, jestli je možné formulovaný problém vyřešit numericky. V tomto ohledu je se standardně předpokládá, že náhodný vektor ε má konečný počet možných realizací nazývaných scénáře, řekněme $\varepsilon_1,....,\varepsilon_K$, s příslušnými (pozitivními) pravděpodobnostmi $p_1,....,p_K$. Pak lze očekávání zapsat takto:

$$E\left[Q(x,\varepsilon)\right]=\sum_{k=1}^{K}p_kQ(x,\varepsilon_K), \tag{3.30}$$

a navíc dvoufázový problém (3.28) a (3.29) může být zapsán jako jeden velký problém lineárního programování:

$$\min_{x,y_1,...,y_K} c^Tx+\sum_{k=1}^{K}q_k^Ty_k,$$

$$x\in X, T_kx+W_ky_k\le h_k, k=1,...,K. \tag{3.31}$$

Ve formulaci (3.31) vytvoříme jednu kopii y_k druhého rozhodovacího vektoru pro každý scénář $\varepsilon_k=(q_k,T_k,W_k,h_k)$. Vyřešením (3.31) získáme optimální řešení $\vec{x}$ prvního stupně problému a optimální řešení $\vec{y}_k$ druhého stupně problému pro každý scénář $\varepsilon_K, k=1,...,K$. Vzhledem k $\vec{x}$ nám každé $\vec{y}_k$ dává optimální řešení druhé fáze rozhodnutí odpovídající realizaci $\varepsilon=\varepsilon_K$ příslušného scénáře.

3.5.3 Simulace Monte Carlo

Nyní se zaměříme na použití simulace Monte Carlo. To znamená, že počet scénářů je velmi rozsáhlý nebo dokonce nekonečný. Předpokládejme, že můžeme vygenerovat vzorec $\varepsilon^1,...,\varepsilon^N$ z N opakování náhodného vektoru ε. Tím můžeme říci, že každé $\varepsilon^j, j=1,...,N$ má stejné rozdělení pravděpodobnosti jako ε. Navíc, pokud jsou ε^j distribuovány nezávisle na sobě, říká se, že vzorek je nezávisle identicky distribuovaný. Vzhledem k tomu, že vzorek můžeme aproximovat funkcí očekávání $q(x)=E\left[Q(x,\varepsilon)\right]$ podle průměru:

$$\hat{q}_N(x)=N^{-1}\sum_{j=1}^{N}Q(x,\varepsilon^j), \tag{3.32}$$

a v důsledku toho upravit vzorec (3.28) následovně:

$$\min_{x\in X}\left\{\hat{g}_N(x):=c^Tx+\frac{1}{N}\sum_{j=1}^{N}Q(x,\varepsilon^j)\right\}. \tag{3.33}$$

Tento problém je uváděn od různých autorů pod různými názvy, ale v poslední literatuře se stala známá jako metoda průměrného sbližování (SAA). Pro vygenerovaný vzorek $\varepsilon^1,...,\varepsilon^N$ je problém stejný, jako dvoufázový problém (3.28) a (3.29) se scénáři $\varepsilon^j, j=1,...,N$, každý se stejnou pravděpodobností $p_j = \frac{1}{N}$. Metoda SAA není algoritmem, ale problém získaný pomocí metody SAA je nutné vyřešit vhodným numerickým postupem.

Otázka, jakou velikost by měl mít vzorek N, neboli kolik scénářů by mělo být vygenerováno, aby problém SAA poskytl přiměřeně přesné přiblížení skutečnému problému. Monte Carlo je známá pomalou konvergencí. Pro pevný $x \in X$ a nezávisle identicky distribuovaný vzorek je rozptyl vzorku $\hat{q}_N(x)$ roven $Var[Q(x,\varepsilon)]/N$. Z toho vyplývá, že ve stochastickém vyjádření se průměr vzorku konvertuje na odpovídající očekávání ve výši $O_p(N^{-1/2})$. To znamená, že abychom zvýšili přesnost o jednu číslici, musíme velikost vzorku zvýšit o faktor 100.

Mělo by být zřejmé, že techniku Monte Carlo není vhodné použít, pokud je počet náhodných proměnných malý. Zásadní je však fakt, že v podstatě není možné vyhodnotit požadované očekávání s vysokou přesností pomocí metody Monte Carlo (nebo jiných) v multivariačních případech. Numerická složitost dvoufázového lineárního programování rovněž roste velmi rychle s nárůstem počtu náhodných proměnných, a takové problémy není možné vyřešit s vysokou přesností.

Dobrou zprávou o technikách Monte Carlo je, že přesnost průměrného přiblížení vzorku nezávisí na počtu scénářů, které mohou být nekonečné, ale závisí pouze na rozptylu $Q(x,\varepsilon)$. Metoda SAA je poměrně účinná při řešení některých dvou fázových stochastických programovacích problémů. V numerických experimentech bylo teoreticky ukázáno a ověřeno, že metodou SAA (a jejími variantami) se zvládnutelnou velikostí vzorku řeší problém s rozumnou přesností (např. 1 nebo 2%) za předpokladu že jsou splněny následující podmínky:

1. je možné generovat vzorek náhodného vektoru ε,
2. pro střední hodnoty velikosti vzorku je možné efektivně vyřešit získaný SAA problém,
3. skutečný problém má relativně kompletní využití,
4. variabilita druhé fáze není příliš velká.

3.6 Řízení portfolia

Každý investor, který chce dále rozvíjet a udržet kvalitní portfolio musí dané portfolio po nějakém čase obměnit. Základním předpokladem vytvoření kvalitního portfolia a jeho řízení je specifikace cílů, kterých má portfolio dosáhnout. Při tvorbě a řízení portfolia můžeme formulovat optimální portfolio, které maximalizuje hodnotu, na základě daných kritérií, a to respektování a rozložení rizika. Pro správné řízení portfolia je nutné průběžné hodnocení výkonnosti a periodické prověrky portfolia, které vedou ke korekcím portfolia tak, aby bylo maximálně efektivní.

Frekvence revizí portfolia záleží na více faktorech. Hlavním faktorem je volatilita jednotlivých akcií, a tedy jak často se mění kurz daných akcií a v jakém rozsahu. Čím je volatilita vyšší, tím by měly být revize častější, aby reagovaly na případný nepříznivý vývoj.

Předpokladem pro kvalitní řízení portfolia je jasná specifikace jeho cílů. Jako základní cíl je možné stanovit optimální portfolio, které maximalizuje hodnotu na základě stanovených kritérií.

Proces řízení portfolia dělíme do několika fází, které tvoří revizi, resp. stanovení cílů, příprava a hodnocení jednotlivých akcií, tvorba portfolia (optimalizace) a realizace portfolia, včetně hodnocení a řízení výkonnosti tohoto portfolia.

3.7 Transakční náklady

Obchodování a revize je nedílnou součástí investičního procesu. Špatně provedený obchod může odčerpat přímo výnosy portfolia. Důvodem je to, že na finančních trzích jsou transakce spojeny s náklady. Náklady vznikají při nákupu nebo prodeji cenných papíru například formou zprostředkovatelských provizí, daní a dalších.

Taxonomie nákladů na transakci

Pravděpodobně nejjednodušší způsob, jak porozumět a rozlišit transakční náklady, je jejich kategorizace z hlediska pevných a variabilních transakčních nákladů a explicitních versus implicitních transakčních nákladů.

	Fixní	Variabilní
Explicitní	Poplatky za provizi	Rozdíl mezi nákupní a prodejní cenou
		Daně
Implicitní		Zpožděné náklady
		Riziko pohybu ceny
		Náklady na dopad na trh
		Riziko načasování
		Náklady obětované příležitosti

Fixní transakční náklady jsou nezávislé na faktorech, jako je velikost obchodu a tržní podmínky. Naproti tomu variabilní transakční náklady závisí na některých nebo všech těchto faktorech. Jinak řečeno, fixní transakční náklady jsou, jaké jsou, ale s čím můžou správci portfolií a obchodníci usilovat, je snížení variabilních transakčních nákladů.

Explicitní transakční náklady jsou takové, které jsou zřejmé, a známe je předem, jsou to náklady jako provize, poplatky a daně. Implicitní transakční náklady jsou naopak nepozorovatelné a nejsou předem známé. Příkladem implicitních nákladů jsou náklady na dopad trhu a náklady obětované příležitosti. Implicitní tvoří ve většině případů větší část celkových transakčních nákladů.

4 Tvorba a řízení portfolia akciového portfolia

Tato kapitola obsahuje postup při sestavování a revizi portfolia ze zvolených akcií. Zvolené akcie jsou od společností Google, Apple, Česká spořitelna, ČEZ, Erste, Facebook, Fortuna, Intel, McDonald's, Microsoft, Phillip Morris a Volkswagen. Jako další je proveden výpočet denních výnosů zvolených akcií a následné převedení na roční hodnoty. Dále je vypočtena kovarianční matice, korelační matice a Choleskeho matice. Poté je provedena predikce 13 - ti scénářů pomocí simulace Monte Carlo a geometrického Brownova pohybu denních výnosů na následující dva roky, tyto výnosy jsou převedeny na roční. Následuje aplikace stochastického programování, kterou je po nastavení účelové funkce a omezujících podmínek proveden výpočet výnosu portfolia a dále porovnání scénářů s různými omezujícími podmínkami. Výpočty se provádí v programu MS Excel.

4.1 Výběr akcií

Ceny jednotlivých akcií jsou brány od 16. 11. 2015 do 31. 12. 2017 a data jsou brána z RM - Systému. Vývoj cen akcií je uveden v příloze č. 1. K sestavení scénářů je použito dvanáct akciových titulů, v tabulce 4.1 jsou uvedeny vybrané akcie, odvětví, ve kterém působí a tržní hodnotu k 31. 12. 2017.

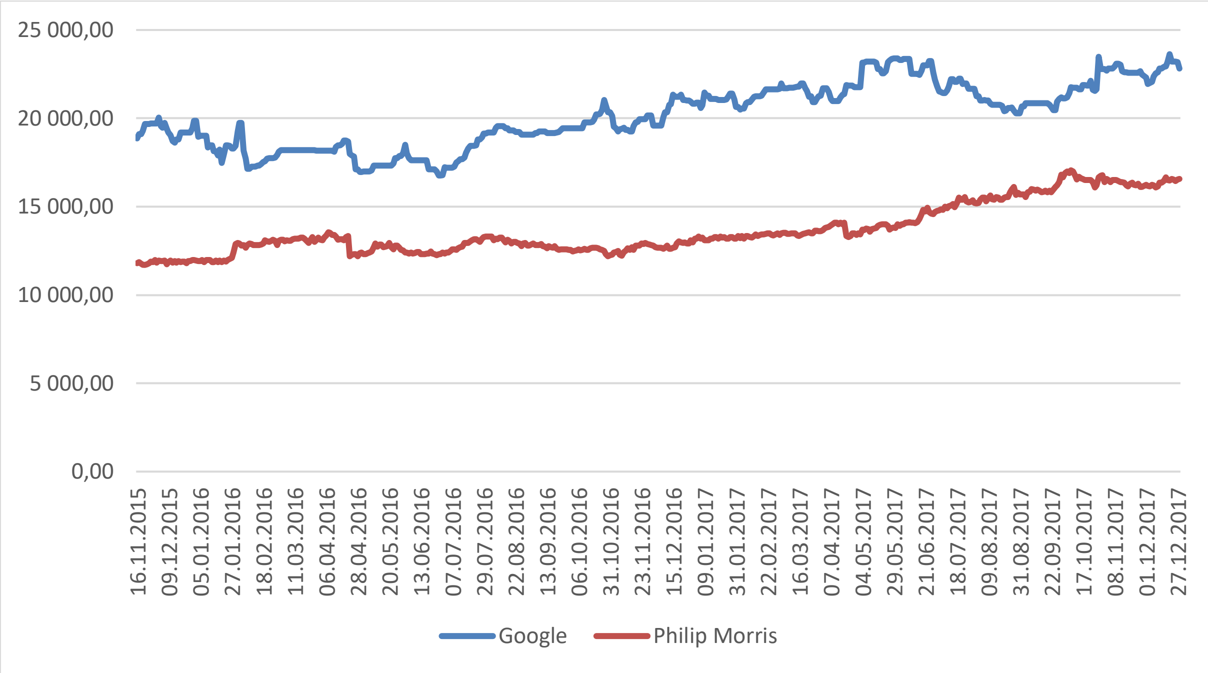
Tabulka 4.1 Vybrané akciové tituly

Označení	Společnost	Odvětví	Tržní cena k 31. 12. 2017
Google	Alphabet	Software	22 806,20 Kč
Apple	Apple Inc.	Technologie	3 780,60 Kč
ČS	Česká Spořitelna	Bankovnictví	1 479,40 Kč
ČEZ	ČEZ	Energetika	497,00 Kč
Erste	Erste Group Bank AG	Bankovnictví	926,00 Kč
Facebook	Facebook Inc.	Technologie	3 792,20 Kč
Fortuna	Fortuna	Hazard	179,60 Kč
Intel	Intel Corp.	Technologie	972,50 Kč
MC Donald	McDonald's Corp.	Stravování	3 746,10 Kč
Microsoft	Microsoft Corp.	Software	1 869,30 Kč
Philip Morris	Philip Morris ČR	Tabák, cigarety	16 577,00 Kč
VW	Volkswagen AG	Automobilový průmysl	4 319,30 Kč

Z této tabulky vidíme, že vybrané společnosti jsou z různých odvětví, tímto je rovněž dosaženo lepší diverzifikace.

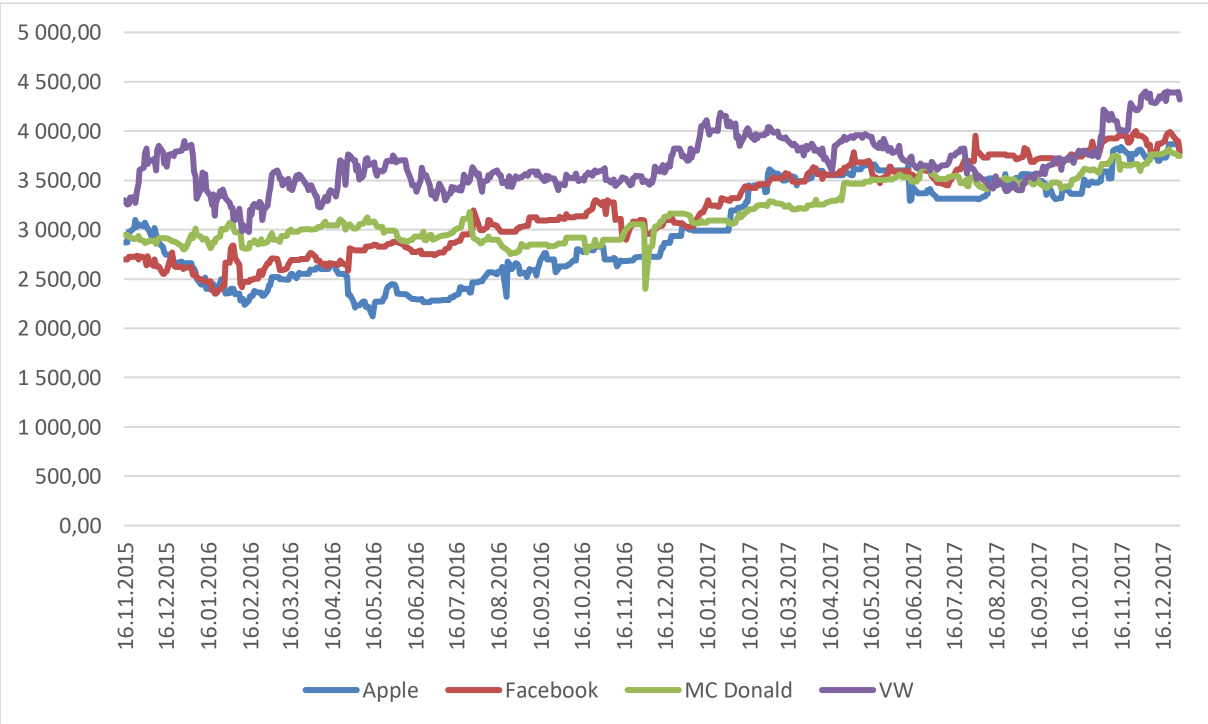
Vývoj akcií je sledován za 531 obchodních dní. Grafy vývoje cen akcií jsou rozděleny podle ceny akcií pro lepší přehled vývoje.

Graf 4.1 Vývoj cen akcií Google a Philip Morris



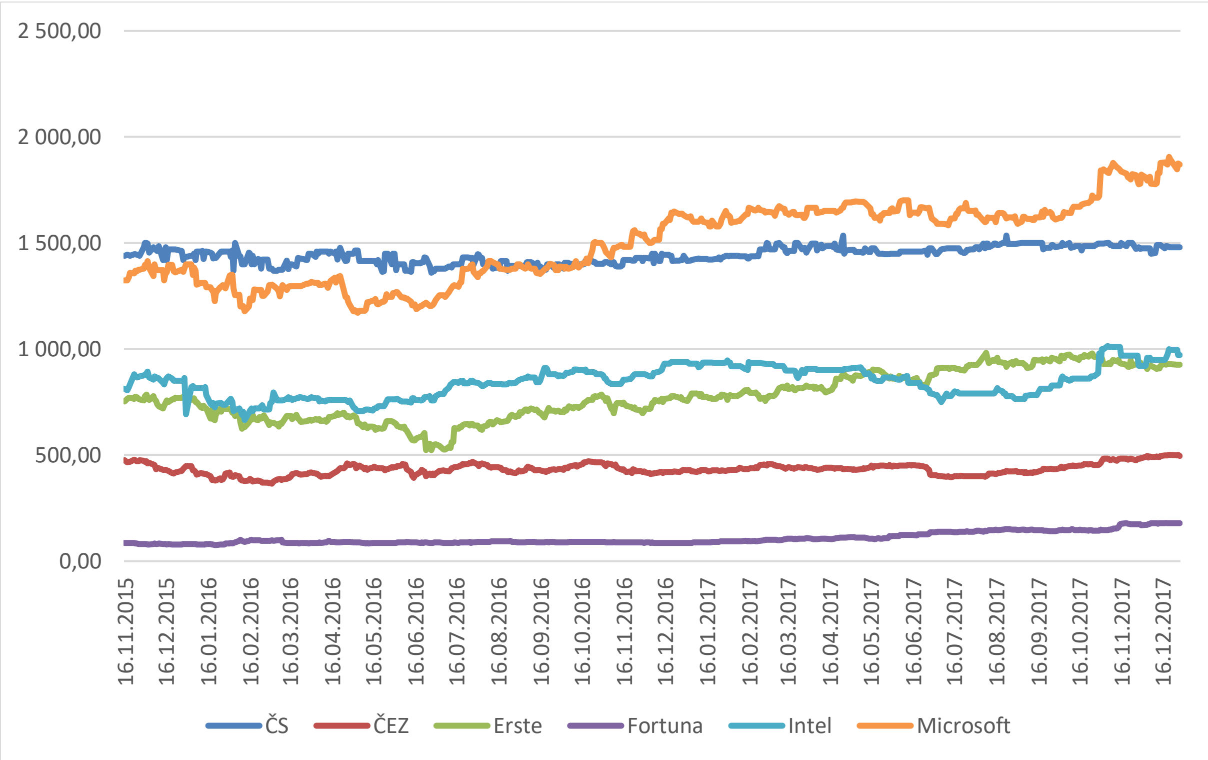
V grafu 4.1 je zachycen vývoj kurzu akcií společností Google a Philip Morris, akcie společnosti Google, se 16. 11. 2015 začaly obchodovat s cenou 18 850 Kč za akcii a na konci roku 2017 se obchodovaly za 22 806 Kč za akcii. Dále vidíme, že v roce 2016 kurz akcií mírně poklesl, ale v roce 2017 až na pokles, který nastal, 21. 6. 2017 rostl. Akcie společnosti Philip Morris začínaly 16. 11. 2015 na kurzu 11 711 Kč za akcii a 31. 12. 2017 se obchodovaly za 16 577 Kč za akcii. Z grafu vidíme, že až na malé výjimky kurz akcií neustále roste.

Graf 4.2 Vývoj cen akcií Apple, Facebook, McDonald's a Volskwagen



Graf 4.2 zobrazuje vývoj akcií Apple, která se 16. 11. 2015 obchodovala za 2 873 Kč za akcii a 31. 12. 2017 se obchodovala za 3 780 Kč za akcii, dále vidíme, že od začátku až na malé výjimky kurz klesá a k růstu dochází až od 16. 6. 2016, od té doby kurz roste. Akcie společnosti Facebook která se na začátku sledovaného období obchodovala za 2 696 Kč za akcii a 31. 12. 2017 se obchodovala s kurzem 3 792 Kč za akcii, až na několik výkyvů stabilně roste. Další společností je McDonald's který se na začátku období obchodoval za 2 947 Kč za akcii a na konci sledovaného období za 3 746 Kč za akcii, akcie této společnosti až na výkyv, který nastal mezi 16. 11. 2016 a 16. 12. 2016 stabilně roste. Poslední společností v tomto grafu je Volkswagen, která se na začátku sledovaného období obchodovala za 3 297 Kč za akcii a na konci sledovaného období za 4 319 Kč za akcii a akcie této společnosti jsou poměrně volatilní, jejich hodnota neustále kolísá, ale v průměru akcie rostou, až na začátek sledovaného období, kdy akcie společnosti byly ovlivněny aférou dieselgate.

Graf 4.3 Vývoj cen akcií ČS, ČEZ, Erste, Fortuna, Intel a Microsoft



V grafu 4.3 jsou zobrazeny zbývající akcie, konkrétně se jedná od akcie České Spořitelny (ČS) s počátečním kurzem 1 440 Kč za akcii a konečným kurzem 1 479 Kč za akcii a která se pohybuje neustále kolem hodnoty 1 500 Kč za akcii. Dále akcie společnosti ČEZ s počátečním kurzem 475 Kč za akcii a konečným kurzem 497 Kč za akcii, akcie této společnosti se pohybují neustále pod hodnotou 500 Kč za akcii. Další společností je Erste, která se na začátku sledovaného období obchodovala za 753 Kč za akcii a na konci sledovaného období za 926 Kč za akcii, vývoj této akcie je od začátku sledovaného období, až zhruba do 16. 7.2017 klesající, ale od té doby začíná růst. Následuje společnost Fortuna, která na začátku sledovaného období měla kurz 86 Kč za akcii a na konci sledovaného období 179 Kč za akcii a její akcie stabilně rostou. Společnost Intel se na začátku sledovaného období obchodovala za 812 Kč za akcii a na konci sledovaného období za 972 Kč za akcii, vývoj této akcie z počátku období mírné klesá, zhruba od 16. 5. 2016 začíná mírně růst a od 16. 5. 2017 zase mírně klesat, ke konci sledovaného období, od 16. 10. 2017 vidíme opět nárůst ceny této akcie. Poslední zmíněnou společností je Microsoft, která se na začátku sledovaného období obchodovala za 1 323 Kč a na konci období za 1869 Kč za akcii, z vývoje vidíme, že cena této akcie hodně kolísá. Na začátku období dochází k mírnému poklesu, ale od 16. 6. 2016 až na malé výjimky se cena akcie zvyšuje.

4.2 Výpočet vstupních parametrů

Z vývoje cen jsou vypočteny pomocí vzorce (2.2) vypočítány spojité denní výnosy jednotlivých akcií, tyto denní výnosy jsou zprůměrovány a vynásobeny počtem obchodních dní, tj. 250, a tím převedeny na roční výnos, dále je vypočítán rozptyl a směrodatná odchylka, tyto veličiny jsou rovněž převedeny na roční vynásobením počtem obchodních dní.

Tabulka 4.2 Roční výnos, rozptyl a směrodatná odchylka jednotlivých akcií

	Google	Apple	ČS	ČEZ	Erste	Facebook	Fortuna	Intel	MC Donald	Microsoft	Philip Morris	VW
$E(R_i)$	9,0%	12,9%	1,3%	2,1%	9,8%	16,1%	34,7%	8,5%	11,3%	16,3%	16,4%	12,7%
σ^2	0,032	0,069	0,043	0,040	0,077	0,046	0,069	0,086	0,057	0,037	0,021	0,079
σ	17,8%	26,2%	20,7%	20,0%	27,7%	21,6%	26,3%	29,3%	23,9%	19,2%	14,5%	28,1%

Z tabulky vidíme, že nejvyšších zisků za sledované období dosáhla společnost Fortuna a to 34,7% za rok, druhou nejziskovější akcií jsou akcie společnosti Philip Morris s výnosností 16,4% ročně následováno akciemi Microsoftu s výnosem 16,3% a akciemi Facebooku s výnosem 16,1% ročně. Naopak nejméně ziskové jsou akcie společnosti Česká Spořitelna s výnosem 1,3% ročně a akcie společnosti ČEZ s výnosem 2,1%. Nejrizikovější akciemi jsou akcie společnosti Intel se směrodatnou odchylkou 29,3%, druhou nejrizikovější akcií jsou akcie společnosti Volkswagen se směrodatnou odchylkou 28,1%. Naopak nejméně rizikovými akciemi jsou akcie společnosti Philip Morris se směrodatnou 14,5% a druhou nejméně rizikovou je akcie společnosti Google se směrodatnou odchylkou 17,8%.

4.3 Kovariance akcií

Pomocí kovariance se určuje statistická závislost mezi proměnnými. Kovarianci je nutné spočítat kvůli stanovení rizika portfolia. Pro získání kovarianční matice je použit nástroj programu MS Excel *Analýza dat → Kovariance*. Tímto postupem dostaneme kovarianční matici, ve které jsou zachyceny všechno možné kovariance mezi jednotlivými akciemi. Vstupními daty pro výpočet je historický denní výnos akcií od 16. 11. 2015 do 31. 12. 2017.

Tabulka 4.3 Kovarianční matice

	Google	Apple	ČS	ČEZ	Erste	Facebook	Fortuna	Intel	MC Donald	Microsoft	Philip Morris	VW
Google	1E-04	4E-05	-1E-05	8E-06	1E-05	5E-05	-7E-06	8E-06	3E-05	4E-05	1E-05	2E-05
Apple	4E-05	3E-04	-2E-05	1E-05	6E-07	4E-05	1E-05	5E-05	1E-05	6E-05	-9E-06	2E-05
ČS	-1E-05	-2E-05	2E-04	2E-07	2E-05	-6E-06	5E-06	1E-05	-4E-06	4E-06	-2E-06	2E-05
ČEZ	8E-06	1E-05	2E-07	2E-04	4E-05	3E-05	1E-05	1E-05	8E-06	3E-05	1E-05	5E-05
Erste	1E-05	6E-07	2E-05	4E-05	3E-04	2E-06	-1E-05	1E-05	8E-07	1E-05	-6E-08	3E-05
Facebook	5E-05	4E-05	-6E-06	3E-05	2E-06	2E-04	1E-05	1E-05	3E-05	5E-05	6E-06	3E-05
Fortuna	-7E-06	1E-05	5E-06	1E-05	-1E-05	1E-05	3E-04	8E-07	-9E-06	9E-06	2E-06	3E-05
Intel	8E-06	5E-05	1E-05	1E-05	1E-05	1E-05	8E-07	3E-04	2E-05	4E-05	6E-06	4E-05
MC Donald	3E-05	1E-05	-4E-06	8E-06	8E-07	3E-05	-9E-06	2E-05	2E-04	3E-05	5E-06	3E-05
Microsoft	4E-05	6E-05	4E-06	3E-05	1E-05	5E-05	9E-06	4E-05	3E-05	1E-04	1E-05	7E-05
Philip Morris	1E-05	-9E-06	-2E-06	1E-05	-6E-08	6E-06	2E-06	6E-06	5E-06	1E-05	8E-05	4E-06
VW	2E-05	2E-05	2E-05	5E-05	3E-05	3E-05	3E-05	4E-05	3E-05	7E-05	4E-06	3E-04

Z tabulky vidíme, že jednotlivé akcie mezi sebou nemají vysokou závislost. Závislosti mezi jednotlivými akciemi jsou lépe vidět na korelační matici, která je uvedena níže.

4.4 Korelace akcií a Choleskeho matice

Pro predikci vývoje akcií je nutné vypočítat korelační matici a z této korelační matice následně sestrojit horní trojúhelníkovou Choleskeho matici. Korelační matice, stejně jako kovarianční matice ukazuje vztah mezi jednotlivými akciemi. Korelace se ale pohybuje v hodnotách od -1 do 1. Korelační matice je vypočítána opět programem MS Excel pomocí modulu *Analýza dat* → *Korelace*. Vstupními daty jsou opět historické denní výnosy akcií od 16. 11. 2015 do 31. 12. 2017.

Tabulka 4.4 Korelační matice

	Google	Apple	ČS	ČEZ	Erste	Facebook	Fortuna	Intel	MC Donald	Microsoft	Philip Morris	VW
Google	1											
Apple	0,19	1										
ČS	-0,07	-0,10	1									
ČEZ	0,05	0,06	0,00	1								
Erste	0,07	0,00	0,09	0,17	1							
Facebook	0,30	0,19	-0,03	0,15	0,01	1						
Fortuna	-0,04	0,05	0,02	0,07	-0,05	0,05	1					
Intel	0,04	0,15	0,05	0,06	0,04	0,05	0,00	1				
MC Donald	0,15	0,05	-0,02	0,04	0,00	0,16	-0,03	0,08	1			
Microsoft	0,32	0,30	0,03	0,17	0,06	0,29	0,05	0,16	0,16	1		
Philip Morris	0,13	-0,06	-0,02	0,10	0,00	0,05	0,01	0,03	0,03	0,13	1	
VW	0,10	0,06	0,08	0,23	0,10	0,12	0,12	0,12	0,10	0,31	0,02	1

Z tabulky vidíme, že nejvyšší korelace dosahují akcie společností Google a Microsoft, ale i nejvyšší závislost dosahuje pouze hodnoty 0,32. Dále vidíme, že se zde nachází jak pozitivní, tak negativní závislost.

Z korelační matice, jak je uvedeno výše je sestrojena Choleskeho matice, kterou je nutné použít při predikci pro zachování korelace mezi jednotlivými akciemi.

Tabulka 4.5 Choleskeho matice

	Google	Apple	ČS	ČEZ	Erste	Facebook	Fortuna	Intel	MC Donald	Microsoft	Philip Morris	VW
Google	1,00	0,19	-0,07	0,05	0,07	0,30	-0,04	0,04	0,15	0,32	0,13	0,10
Apple	0,00	0,96	-0,09	0,05	-0,01	0,13	0,06	0,14	0,02	0,24	-0,08	0,04
ČS	0,00	0,00	0,99	0,01	0,09	0,00	0,02	0,07	-0,01	0,07	-0,02	0,09
ČEZ	0,00	0,00	0,00	0,99	0,16	0,12	0,07	0,05	0,03	0,14	0,10	0,22
Erste	0,00	0,00	0,00	0,00	0,96	-0,03	-0,06	0,02	-0,01	0,01	-0,02	0,05
Facebook	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,88	0,04	0,01	0,10	0,15	0,01	0,06
Fortuna	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,98	-0,01	-0,04	0,03	0,01	0,10
Intel	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,97	0,06	0,10	0,04	0,10
MC Donald	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,96	0,08	0,01	0,06
Microsoft	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,77	0,09	0,21
Philip Morris	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,95	-0,03
VW	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,85

Výpočet Choleskeho matice je proveden pomocí webové stránky https://matrixcalc.org/cs.

4.5 Predikce scénářů

Jednotlivé scénáře jsou predikovány dle Zmeškala (2013), kdy se pro predikci náhodného výnosu používá geometrický Brownův pohyb, pro výpočet náhodného vývoje ceny akcie pro jeden krok je použit následující vzorec:

$$S_{t+\Delta t} = S_t \cdot \exp\left[\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)\cdot \Delta t + \sigma \cdot \tilde{\varepsilon} \cdot \sqrt{\Delta t}\right], \tag{4.1}$$

kde S_t je cena akcie v předchozím kroku, μ je průměrný výnos ceny akcie za jeden rok, σ^2 je roční rozptyl, Δt je délka jednoho kroku, σ je roční směrodatná odchylka a $\tilde{\varepsilon}$ je náhodná veličina z normovaného normálního rozdělení N (0,1). Přitom každá simulace je provedena na bázi geometrického Brownova pohybu pro období 2 let v krocích po obchodních dnech na burze, tj. $k = 500$ intervalů, přičemž délka jednoho kroku odpovídá jednomu obchodnímu dnu, tj. $\Delta t = 1/250$.

Náhodnou složku získáme použitím modulu *Generátor pseudonáhodných čísel* v programu MS Excel.

Generování náhodného vektoru závislých reziduí je pro každý pokus provedeno pomocí Choleskeho algoritmu s obecným zápisem uvedený ve vzorci (3.18).

4.5.1 Vstupní data pro predikci

Tabulka 4.6 Vstupní data pro predikci

	Google	Apple	ČS	ČEZ	Erste	Facebook	Fortuna	Intel	MC Donald	Microsoft	Philip Morris	VW
μ	9%	13%	1%	2%	10%	16%	35%	8%	11%	16%	16%	13%
σ	18%	26%	21%	20%	28%	22%	26%	29%	24%	19%	15%	28%
Δt	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
S_t	22 806	3 781	1 479	497	926	3 792	180	973	3 746	1 869	16 577	4 319
k	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500

4.5.2 Postup predikce

V prvním kroku jsou určeny vstupní data pro predikci, které jsou uvedeny v tabulce 4.5, následně je vygenerována náhodná složka pomocí modulu *Generátor pseudonáhodných čísel*, kde je zvolen počet proměnných, konkrétně 12, dále počet náhodných čísel, konkrétně 500, typ rozložení je zvolen normální, střední hodnota nastavena na hodnotu 0 a směrodatná odchylka na hodnotu 1. Tento postup se opakuje i pro dalších 12 scénářů. V dalším kroku je na tyto náhodné čísla aplikován Choleskeho algoritmus pro zachování závislostí mezi jednotlivými akciemi.

Následuje výpočet cen akcií pro období dvou let, výpočet je proveden vzorcem (4.1). Z cen akcií jsou vypočítány spojité denní výnosy jednotlivých akcií. Výnosy se kterými dále pracujeme, jsou roční, pro další práci tedy převedeme na roční výnos vynásobením průměrného spojitého výnosu počtem obchodních dní.

4.6 Aplikace stochastického programování

Tato podkapitola je věnována popsání předpokladů, se kterými se pracuje při sestavení a revizi portfolií. Dále jsou zde stanoveny varianty včetně účelové funkce a omezujících podmínek, kterými se portfolio musí řídit, popis a výpočet jednotlivých variant.

4.6.1 Předpoklady pro sestavení portfolií

V této části jsou popsány jednotlivé varianty, které jsou v této práci použity. První variantou je sestavení efektivní množiny, v této variantě jsou formulovány tři typy úloh, jako první je zjištěno složení portfolia s minimální směrodatnou odchylkou, druhá úloha naopak maximalizuje výnos portfolia a třetí úloha je formulována pomocí ekvidistantního intervalu. Druhá varianta počítá s transakčními náklady staticky a třetí varianta počítá s transakčními náklady dynamicky, neboli mění složení portfolia podle toho, podle kterého scénáře se akcie vyvíjí.

4.6.2 Sestavení efektivní množiny

Jako první je potřeba najít krajní body efektivní množiny, jeden bod pro minimální riziko (úloha A), druhý bod pro maximální střední výnos (úloha B) a dále vnitřní body efektivní množiny (úlohy C až E). Je tedy potřeba formulovat tři typy úloh.

Úloha 4.1 minimalizace rizika

Formulace úlohy A pro zjištění složení portfolia s minimálním rizikem bude následovná:

Účelová funkce:

$$\sigma_p \to \min, \tag{ÚF1}$$

Omezující podmínky:

$$\sum_i x_{i,0} = 1, \tag{P1}$$

$$\sum_i x_{i,n} = 1, \text{ pro } n = 1,2,...,N, \tag{P2}$$

$$x_{i,n} \geq 0, \text{ pro } i = 1,2,...,I, \text{ a } n = 1,2,...,N, \tag{P3}$$

$$x_{i,0} \geq 0, \text{ pro } i = 1,2,...,I, \tag{P4}$$

kde

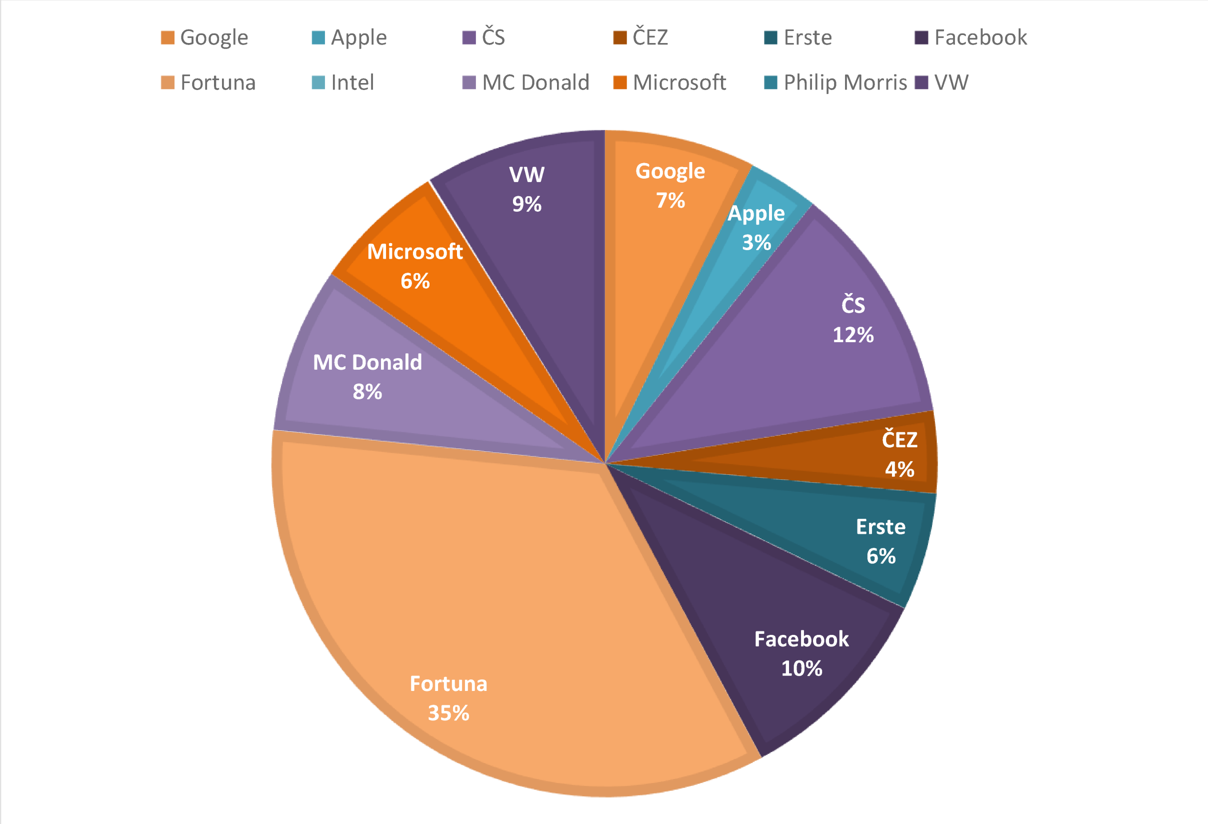
$$\sigma_p = \sqrt{\frac{\sum_i (R_{p,n} - E(R_{p,n}))^2}{N}}, \tag{R1}$$

$$R_{p,n} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{n=1}^{N} \left(\sum_{i=1}^{I} x_{i,n,0} \cdot E(R_{i,n,0}) + \sum_{i=1}^{I} x_{i,n,1} \cdot E(R_{i,n,1}) \right), \tag{R2}$$

$$E(R_{p,n}) = \frac{\sum_{n=1}^{N} R_{p,n}}{N}. \tag{R3}$$

Účelová funkce vyjadřuje minimální směrodatnou odchylku, která je požadována. Podmínkou (P1) je stanoveno, že součet všech relativních podílů $x_{i,0}$ je 1, a tedy investujeme vždy všechny prostředky, kolik máme k dispozici. Podmínkou (P2) je stanoveno, že součet všech relativních podílů $x_{i,n}$ je roven 1. Podmínka (P3) je podmínka nezápornosti, kterou je zamezeno krátkému prodeji. Podmínkou (P4) je stanoveno, krátký prodej u portfolia, jeho složení nyní hledáme. Rovnicí (R1) je formulován výpočet směrodatné odchylky pro jednotlivé scénáře za N období. Rovnicí (R2) jsou vypočítány výnosy jednotlivých scénářů a rovnicí (R3) je vypočítána střední hodnota výnosů scénářů. Proměnná N představuje počet scénářů, kterých je 13 a proměnná I počet cenných papírů, které jsou zahrnuty v portfoliu, v našem případě 12.

Graf 4.4 Složení hledaného portfolia dle úlohy A



Z grafu 4.4 vidíme, že největšího zastoupení dosahují akcie společnosti Fortuna a to díky vysoké výnosnosti a vzhledem k výnosnosti nízkému riziku. Výnos této varianty činí 28,1% za 2 roky při směrodatné odchylce 1,436%. Složení ostatních portfolií je uvedeno v příloze č. 3.

Úloha 4.2 maximalizace výnosu

Formulace B pro zjištění složení portfolia s maximálním výnosem je:

Účelová funkce:

$$\frac{1}{N}\cdot\sum_{n=1}^{N}\left(\sum_{i=1}^{I}x_{i,n,0}\cdot E(R_{i,n,0})+\sum_{i=1}^{I}x_{i,n,1}\cdot E(R_{i,n,1})\right)\rightarrow \max \text{, pro } n=1,2,...,13, \qquad \text{(ÚF2)}$$

Omezující podmínky:

$$\sum_{i}x_{i,0}=1, \qquad \text{(P1)}$$

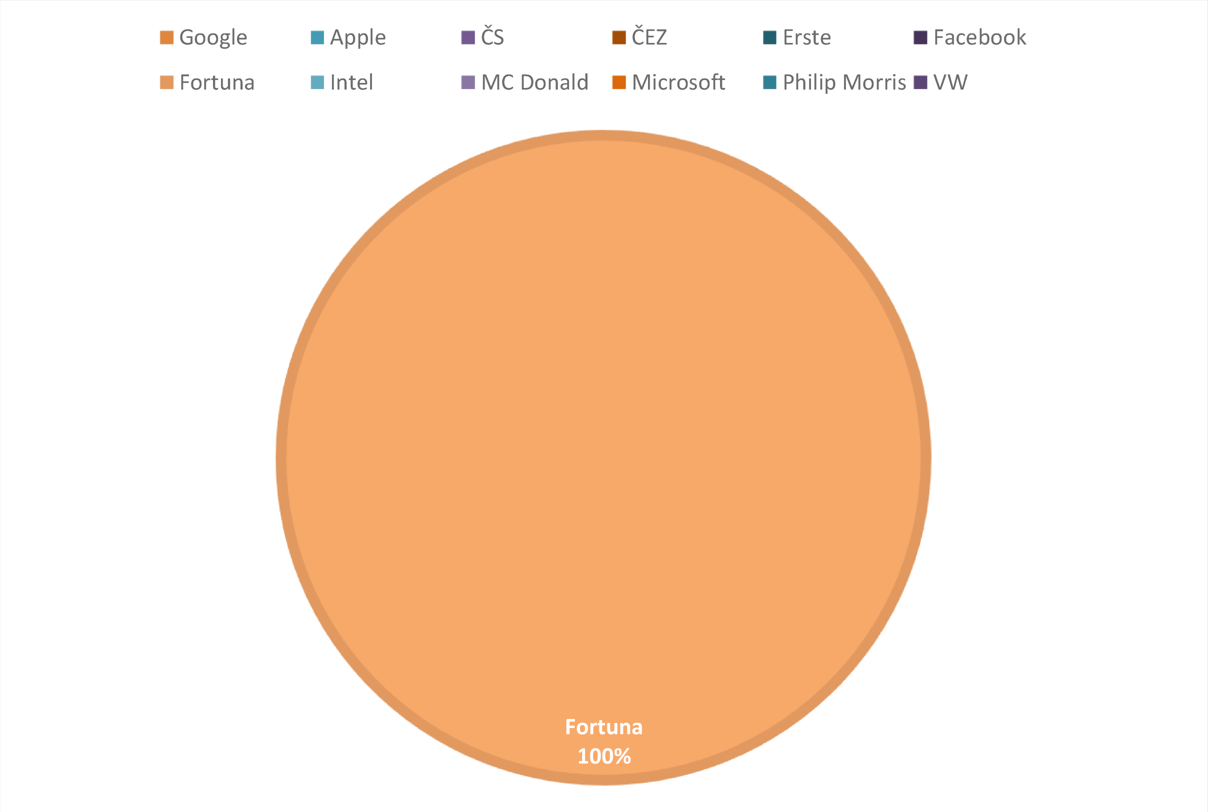
$$\sum_{i}x_{i,n}=1 \text{, pro } n=1,2,...,N, \qquad \text{(P2)}$$

$$x_{i,n}\geq 0 \text{, pro } i=1,2,...,I \text{, a } n=1,2,...,N, \qquad \text{(P3)}$$

$$x_{i,0}\geq 0 \text{, pro } i=1,2,...,I, \qquad \text{(P4)}$$

Účelová funkce vyjadřuje maximální průměrnou hodnotu výnosu při daných omezeních. Podmínky (P1), (P2), (P3) a (P4) jsou stejné jako u úlohy A.

Graf 4.5 Složení hledaného portfolia dle úlohy B



Z grafu 4.5 je patrné, že veškeré prostředky byly vloženy do akcií společnosti Fortuna, a to kvůli nejvyšší výnosnosti těchto akcií. Výnosnost tohoto portfolia je 80,87% za 2 roky při směrodatné odchylce 29,5%. Složení ostatních portfolií je uvedeno v příloze č. 4.

Úloha 4.3 vytvoření ekvidistantních bodů

Formulace C, D, E pro vnitřní ekvidistantní body (efektivní portfolia C až E):

Účelová funkce:

$$\frac{1}{N}\cdot\sum_{n=1}^{N}\left(\sum_{i=1}^{I}x_{i,n,0}\cdot E(R_{i,n,0})+\sum_{i=1}^{I}x_{i,n,1}\cdot E(R_{i,n,1})\right)\rightarrow \max \text{, pro } n=1,2,...,13, \qquad \text{(ÚF3)}$$

Omezující podmínky:

$$\sum_{i}x_{i,0}=1, \qquad \text{(P1)}$$

$$\sum_{i}x_{i,n}=1 \text{, pro } n=1,2,...,N, \qquad \text{(P2)}$$

$$x_{i,n}\geq 0 \text{, pro } i=1,2,...,I \text{, a } n=1,2,...,N, \qquad \text{(P3)}$$

$$x_{i,0}\geq 0 \text{, pro } i=1,2,...,I, \qquad \text{(P4)}$$

$$\sigma_p = \sigma_{p-generované} \tag{P5}$$

kde

$$\sigma_p = \sqrt{\sum_i \frac{(R_{i,n} - E(R_{i,n}))^2}{N}}, \tag{R1}$$

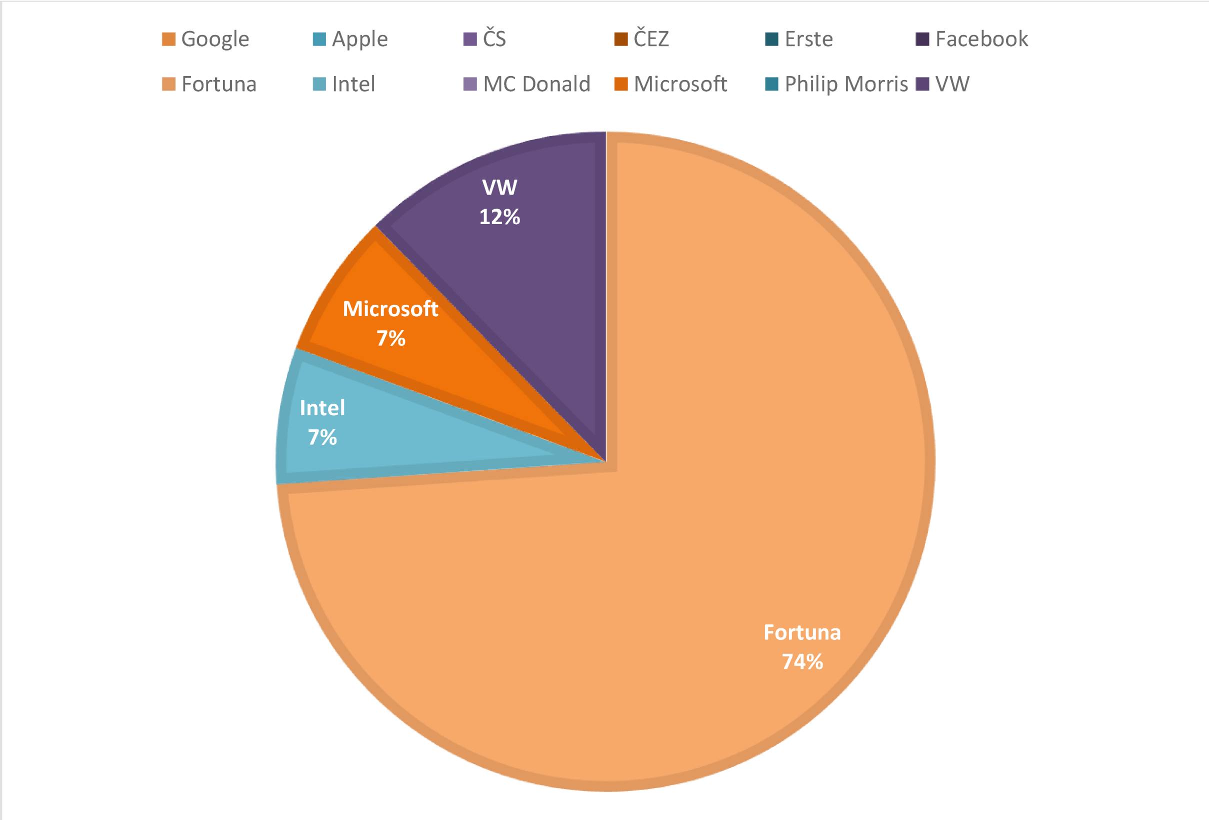
$$R_{p,n} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{n=1}^{N} \left(\sum_{i=1}^{I} x_{i,n,0} \cdot E(R_{i,n,0}) + \sum_{i=1}^{I} x_{i,n,1} \cdot E(R_{i,n,1}) \right), \tag{R2}$$

$$E(R_{p,n}) = \frac{\sum_{n=1}^{N} R_{p,n}}{N}, \tag{R3}$$

$$ekvidistantní\ interval = \frac{\sigma_{P_B} - \sigma_{P_A}}{V-1}. \tag{R4}$$

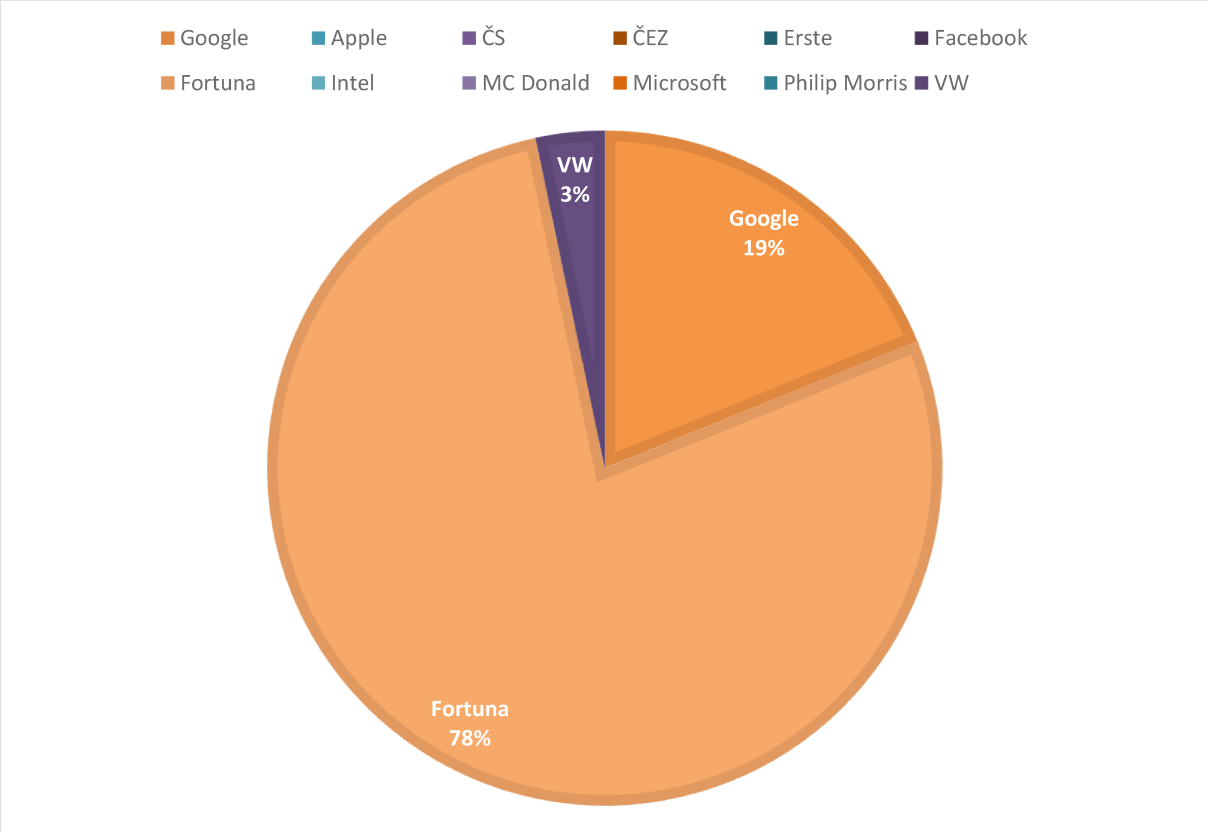
Tato úloha slouží pro nalezení efektivního portfolia pro generovanou hodnotu očekávané směrodatné odchylky portfolia. Účelová funkce vyjadřuje maximalizaci průměrné hodnoty výnosu efektivního portfolia. Podmínky (P1), (P2), (P3) a (P4) jsou stejné jako v předchozích úlohách. Podmínkou (P5) je zajištěno, aby očekávaná směrodatná odchylka efektivního portfolia σ_n bude odpovídat požadované směrodatné odchylce $\sigma_{n-generované}$ v ekvidistantním bodě stanoveném předem. Rovnice (R1), (R2) a (R3) jsou stejné jako v úloze A, rovnice (R4) je použita pro výpočet ekvidistantního intervalu, kdy V je počet portfolií, které budeme počítat a $\sigma_{P_B} - \sigma_{P_A}$ je rozdíl mezi směrodatnou odchylkou portfolia s maximálním výnosem a portfolia s minimálním rizikem.

Graf 4.5 Složení hledaného portfolia dle úlohy C



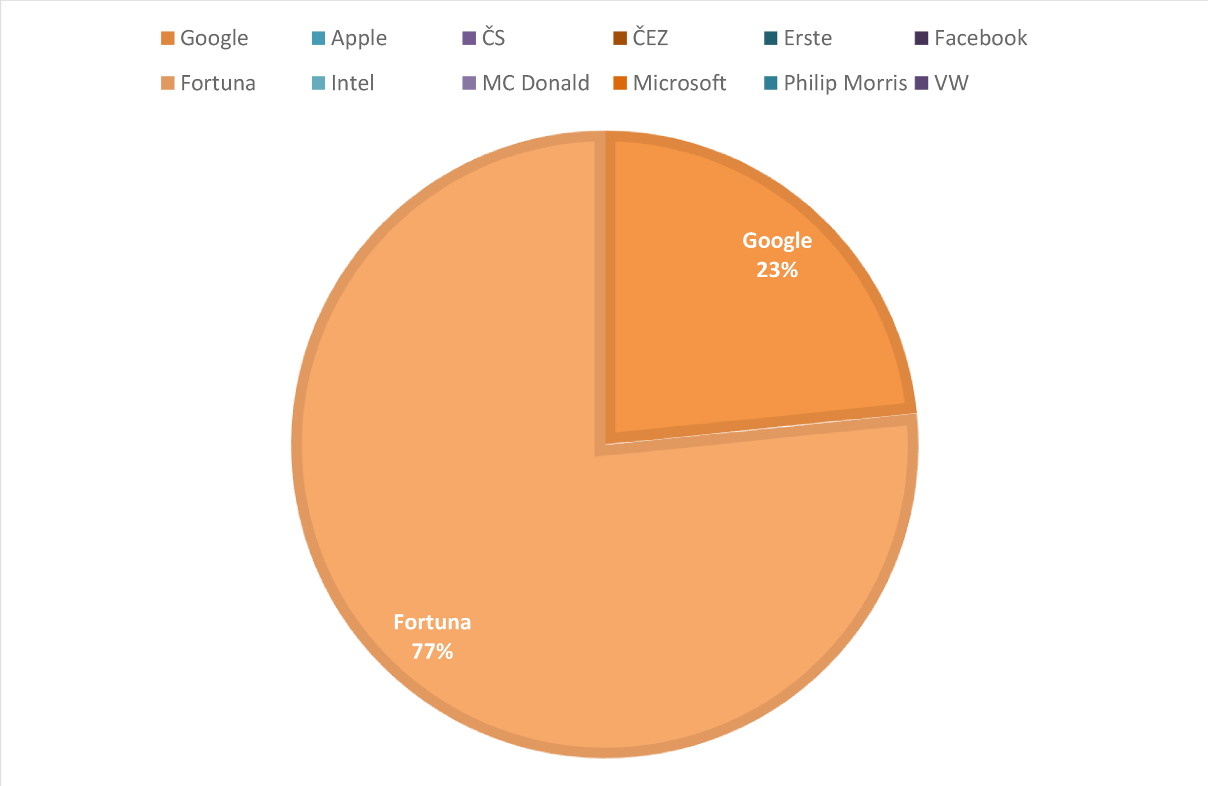
Z grafu 4.5 vidíme složení portfolia dle varianty C, největšího zastoupení, konkrétně 74% dosahují akcie společnosti Fortuna, stejně jako u předchozích úloh je to kvůli nejvyšší výnosnosti a relativně nízké rizikovosti. Dále mají v portfoliu významnější podíly už pouze akcie společnosti Intel s 7%, Microsoft s 7% a Volkswagen s 12%. Toto portfolio dosahuje výnosnosti 57,5% za dva roky a směrodatné odchylky 8,45%. Složení ostatních portfolií je uvedeno v příloze č. 5.

Graf 4.6 Složení hledaného portfolia dle úlohy D



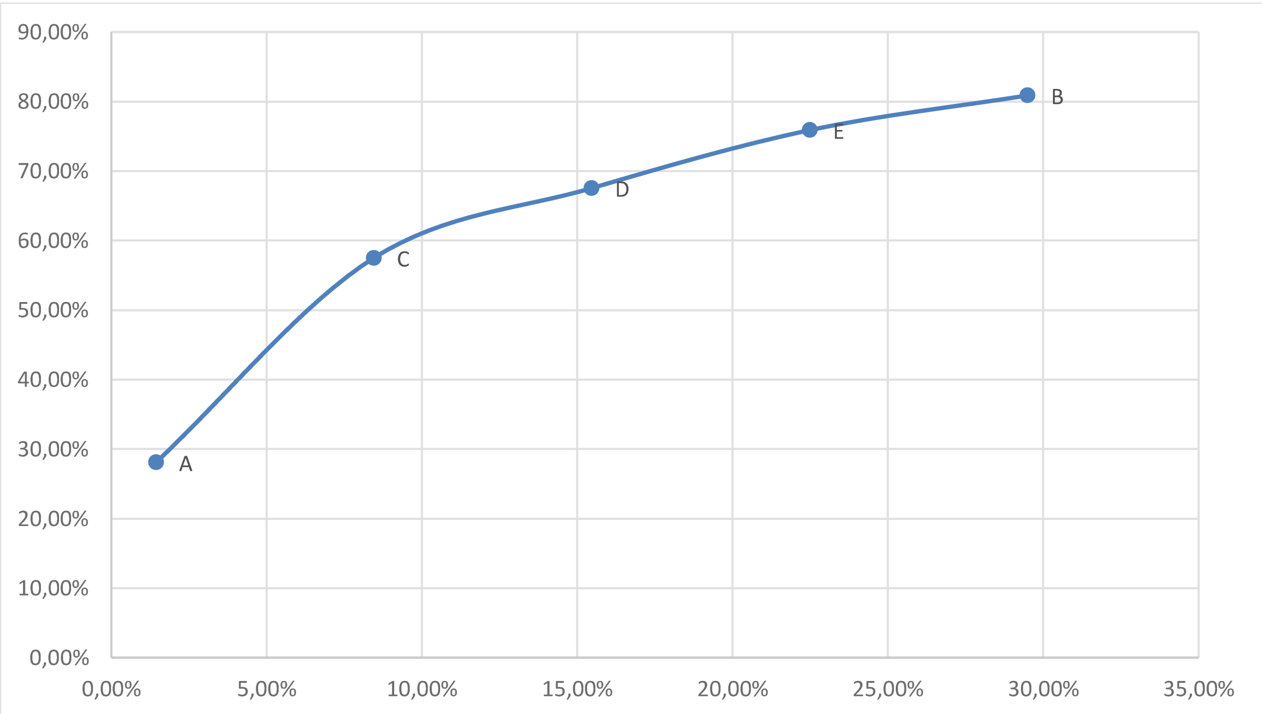
Z grafu 4.6 vidíme složení portfolia dle varianty D, nejvyššího zastoupení dosahuje opět společnost Fortuna s 78% a dále mají významný podíl pouze společnosti Volkswagen s 3% a Google se 19%. Výnosnost dle této varianty dosahuje 67,54% za dva roky se směrodatnou odchylkou 15,47%. Složení ostatních portfolií je uvedeno v příloze č. 6.

Graf 4.7 Složení hledaného portfolia dle úlohy E



Z grafu 4.7 vidíme složení portfolia podle varianty E, v tomto portfoliu mají 77% podíl akcie společnosti Fortuna a 23% akcie společnosti Google, ostatní akcie v této úloze nejsou významněji zastoupeny. Toto portfolio dosahuje výnosnosti 75,88% za dva roky se směrodatnou odchylkou 22,48%. Složení ostatních portfolií je uvedeno v příloze č. 7.

Graf 4.8 Efektivní množina



Po sestavení všech úloh dostaneme efektivní množinu, která je znázorněna v grafu 4.8. Efektivní množina znamená, že nelze zvýšit výnosnost, aniž by se zvýšila směrodatná odchylka a naopak, nelze snížit směrodatnou odchylku, aniž by se nesnížila výnosnost. Pokud se pohybujeme po této množině, tak jediné, na čem záleží, je, jak velké riziko jsme ochotni podstoupit. Cílem sestavení efektivní množiny je nalézt bod, ve kterém se indiferenční křivka jednotlivých investorů protne s touto množinou. Při nalezení tohoto bodu můžeme říct, že portfolio, sestavené dle daného bodu je pro investora optimální.

4.6.3 Sestavení portfolia s transakčními náklady staticky

U sestavení tohoto portfolia je upravena účelová funkce, do které jsou přidány transakční náklady.

Úloha 4.4 sestavení portfolia statickou metodou

Matematická formulace pro tuto variantu je následující:

Účelová funkce:

$$\frac{1}{N}\cdot\sum_{n=1}^{N}\left(\sum_{i=1}^{I}x_{i,n,0}\cdot E(R_{i,n,0})+\sum_{i=1}^{I}x_{i,n,1}\cdot E(R_{i,n,1})-\sum_{i=1}^{I}\left|x_{i,n,0}-x_{i,n,0}\right|\cdot TR\right)\rightarrow \max ,$$

$$\text{pro } n=1,2,...,13, \qquad \text{(ÚF4)}$$

Omezující podmínky:

$$\sum_{i}x_{i,0}=1, \qquad \text{(P1)}$$

$$\sum_{i}x_{i,n}=1,\ \text{pro } n=1,2,...,N, \qquad \text{(P2)}$$

$$x_{i,n}\geq 0,\ \text{pro } i=1,2,...,I,\ \text{a } n=1,2,...,N, \qquad \text{(P3)}$$

$$x_{i,0}\geq 0,\ \text{pro } i=1,2,...,I, \qquad \text{(P4)}$$

$$\sigma_p\leq 0{,}12, \qquad \text{(P5)}$$

kde

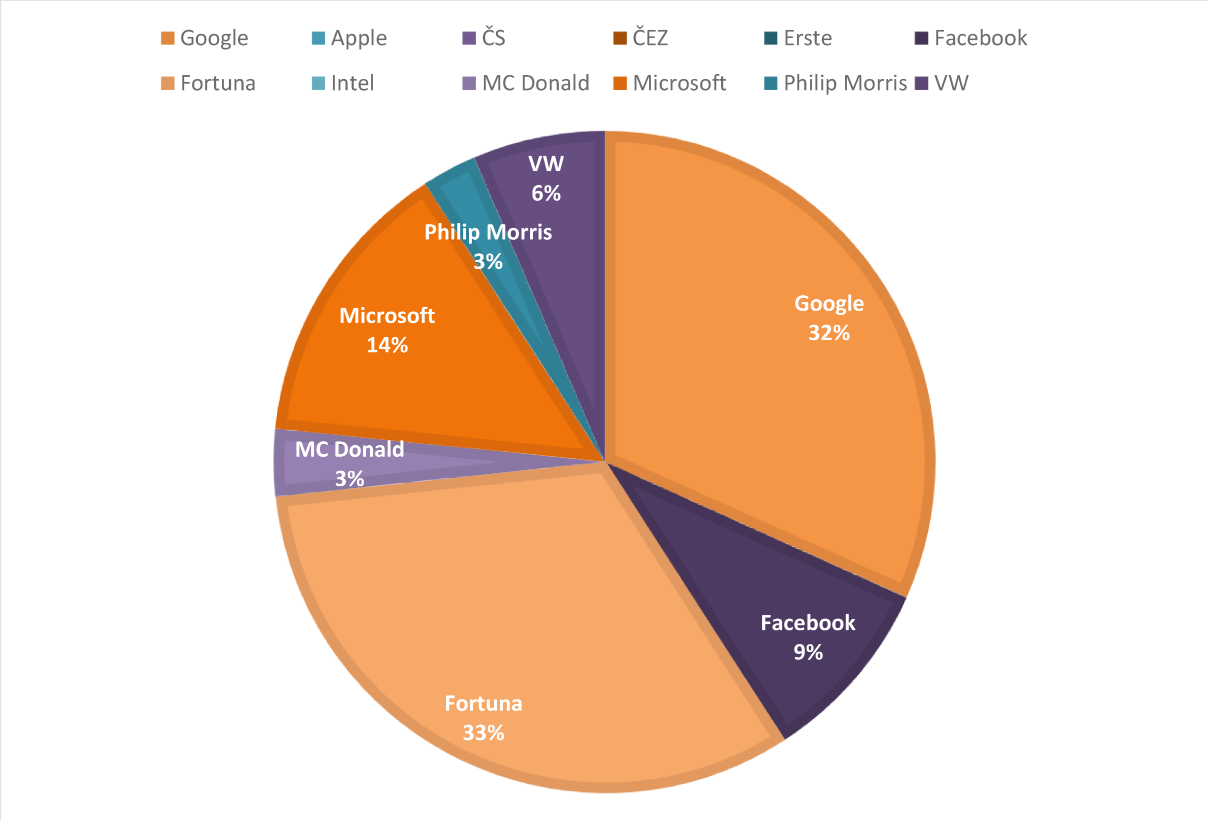
$$\sigma_p=\sqrt{\frac{\sum_{i}(R_{p,n}-E(R_{p,n}))^2}{N}}, \qquad \text{(R1)}$$

$$R_{p,n}=\frac{1}{N}\cdot\sum_{n=1}^{N}\left(\sum_{i=1}^{I}x_{i,n,0}\cdot E(R_{i,n,0})+\sum_{i=1}^{I}x_{i,n,1}\cdot E(R_{i,n,1})\right), \qquad \text{(R2)}$$

$$E(R_{p,n})=\frac{\sum_{n=1}^{N}R_{p,n}}{N}. \qquad \text{(R3)}$$

Účelová funkce vyjadřuje maximalizaci průměrného výnosu jednotlivých scénářů, při započítání transakčních nákladů. Podmínka (P1) nám říká, že pro sestavované portfolio budou využity všechny prostředky, podmínka (P2) nám říká, že u každého scénáře investujeme všechny dostupné prostředky. Podmínkou (P3) a (P4) je zaručeno, že podíl jednotlivých akcií v portfoliu může být větší nebo roven nule, tato podmínka také zamezuje krátkému prodeji. Podmínka (P5) nám omezuje maximální riziko, tedy maximální směrodatnou odchylku, které portfolio může dosáhnout, tato podmínka je nastavena na 12%.

Graf 4.9 Složení hledaného portfolia statickou metodou



Z grafu 4.9 vidíme, že nejvyšší zastoupení mají akcie společností Fortuna (33%), Google (32%) a Microsoft (14%), ostatní společnosti mají podíl pod 10%, a některé mají podíl pod 1%, případně nejsou zastoupeny vůbec. Tato varianta dosahuje výnosu 59,59%, za dva roky, ale transakční náklady činí 3,89%, a tak se výnos sníží na 55,71%. Jak je výše uvedeno, směrodatná odchylka je pro tuto variantu nastavena na 12%. Složení ostatních portfolií je uvedeno v příloze č. 8. Proměnná N představuje počet scénářů, kterých je 13 a proměnná I počet cenných papírů, které jsou zahrnuty v portfoliu, v našem případě 12. Transakční náklady jsou nastaveny na 5% ze změny portfolia. Dále je v této variantě nastavena podmínka na maximální směrodatnou odchylku pro jednotlivé portfolia ve výši 12%, investuje se vždy 100% kapitálu a není povolen krátký prodej.

4.6.4 Sestavení portfolia s transakčními náklady dynamicky

U sestavení tohoto portfolia jsou v účelové funkci zahrnuté transakční náklady.

Úloha 4.5 sestavení portfolia dynamickou metodou

Matematická formulace pro tuto variantu je následující:

Účelová funkce:

$$\frac{1}{N}\cdot\sum_{n=1}^{N}\left(\sum_{i=1}^{I}x_{i,n,0}\cdot E(R_{i,n,0})+\sum_{i=1}^{I}x_{i,n,1}\cdot E(R_{i,n,1})-\sum_{i=1}^{I}\left|z_{i,n,0}-x_{i,n,1}\right|\cdot TR\right)\rightarrow \max,$$

$$\text{pro } n=1,2,...,13, \tag{ÚF5}$$

Omezující podmínky:

$$\sum_{i}x_{i,0}=1, \tag{P1}$$

$$\sum_{i}x_{i,n}=1,\ \text{pro } n=1,2,...,N, \tag{P2}$$

$$x_{i,n}\geq 0,\ \text{pro } i=1,2,...,I,\ \text{a } n=1,2,...,N, \tag{P3}$$

$$x_{i,0}\geq 0,\ \text{pro } i=1,2,...,I, \tag{P4}$$

$$\sigma_p\leq 0{,}12, \tag{P5}$$

kde

$$\sigma_p=\sqrt{\frac{\sum_{i}(R_{p,n}-E(R_{p,n}))^2}{N}} \tag{R1}$$

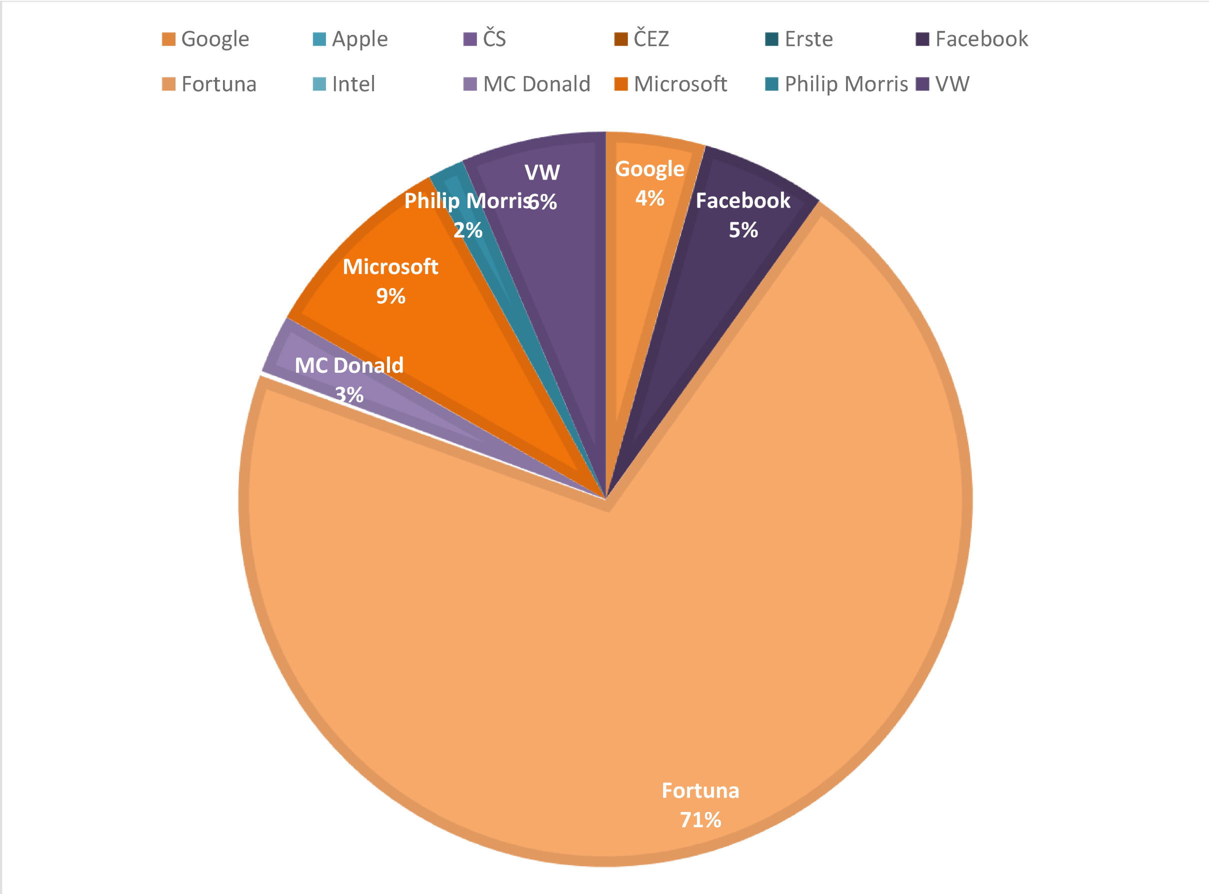
$$R_{p,n}=\frac{1}{N}\cdot\sum_{n=1}^{N}\left(\sum_{i=1}^{I}x_{i,n,0}\cdot E(R_{i,n,0})+\sum_{i=1}^{I}x_{i,n,1}\cdot E(R_{i,n,1})\right), \tag{R2}$$

$$E(R_{p,n})=\frac{\sum_{n=1}^{N}R_{p,n}}{N}, \tag{R3}$$

$$z_{i,n,t}=\frac{(1+R_{i,n,1})\cdot x_{i,n,0}^{P}}{\sum_{n=1}^{N}(1+R_{i,n,1})\cdot x_{i,n,0}^{P}},\ \text{pro } n=1,2,...,N. \tag{R4}$$

Účelovou funkcí maximalizujeme výnos portfolia se zahrnutými transakčními náklady. Podmínkou (P1) a (P2) je zajištěno, že budou vždy investovány veškeré prostředky, které jsou dostupné. Podmínkami (P3) a (P4) je zaručeno, že se mohou investovat pouze prostředky, které skutečně vlastníme, není tedy povolen krátký prodej. Podmínka (P5) nám nastavuje maximální směrodatnou odchylku, která je v tomto případě stanovena na 12%. Rovnicí (R1) je vypočítána směrodatná odchylka portfolia, rovnicí (R2) jsou vypočítány výnosy jednotlivých scénářů, rovnicí (R3) je vypočítána střední hodnota výnosů a rovnicí (R4) je upravována stavba původního portfolia na základě předpokládaného vývoje akcií.

Graf 4.10 Složení hledaného portfolia se dynamickými náklady

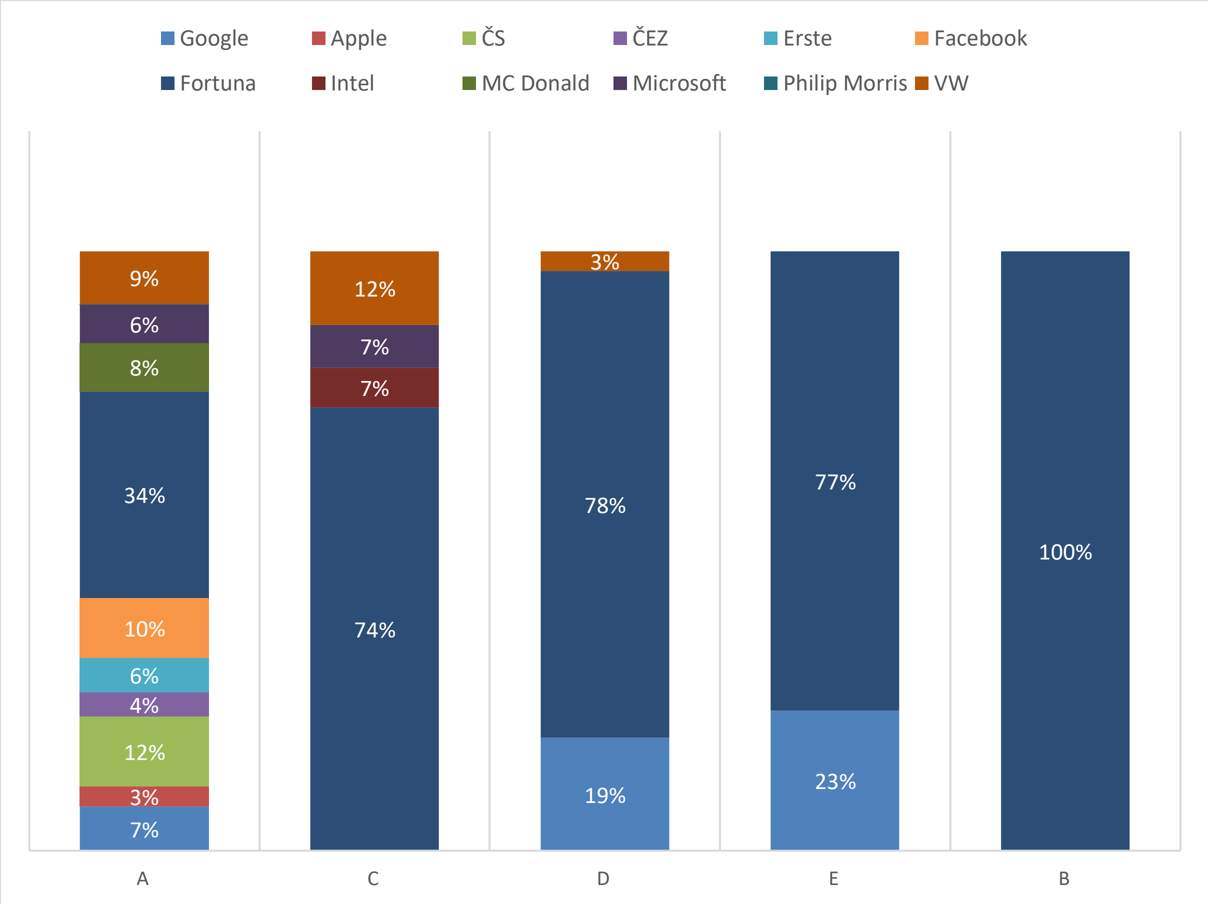


Z grafu 4.10 vidíme, že akcie s největším zastoupením v portfoliu jsou Google (28%), Fortuna (17%), Microsoft (11%), Facebook (10%) a ostatní akcie jsou zastoupeny podílem pod 10%, v tomto portfoliu jsou zastoupeny všechny akcie. Výnos této varianty dosahuje 62,78% za dva roky bez transakčních nákladů, které jsou ve výši 5,9%. Po započtení je výnos této varianty 56,9% s předem stanovenou směrodatnou odchylkou 12%. Složení ostatních portfolií je uvedeno v příloze č. 9. Dále je v této variantě nastavena podmínka na maximální směrodatnou odchylku portfolio ve výši 12%, investuje se vždy 100% kapitálu a není povolen krátký prodej. Transakční náklady jsou stejně jako u statické varianty nastaveny na 5% ze změny portfolia.

4.6.5 Srovnání základního portfolia efektivní množiny

V této podkapitole jsou porovnány jednotlivé body, které jsme dostali vypočítáním bodů na efektivní množině.

Graf 4.11 Složení základních portfolií efektivní množiny

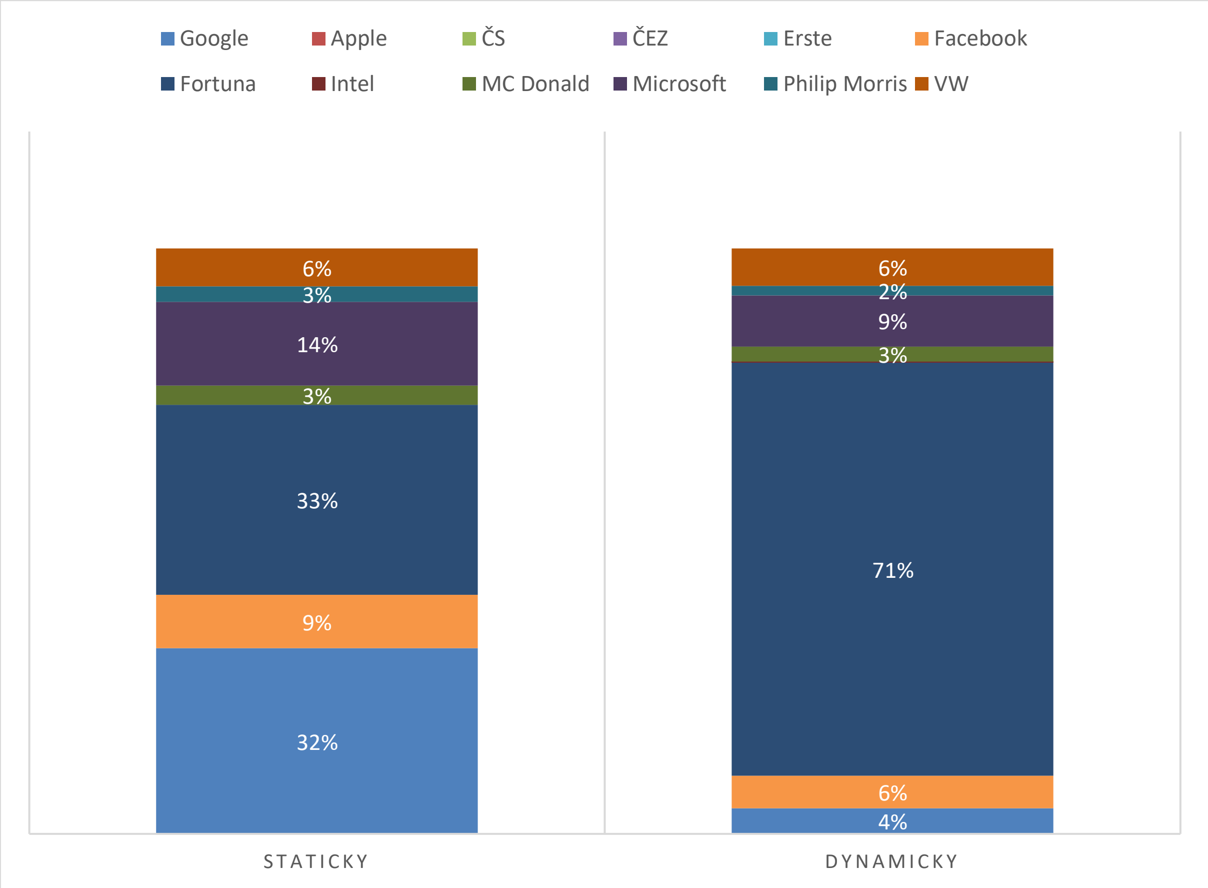


Z grafu 4.10 vidíme, jak se vyvíjí jednotlivá portfolia na efektivní množině. Dle předpokladu se při zvyšujícím se riziku investuje kapitál do méně aktiv a investován je především do nejvýnosnějšího aktiva. V našem případě jsou tímto aktivem akcie společnosti Fortuna, která má ve všech portfoliích dominantní podíl. V portfoliu A je to 34% v portfoliu dle varianty C je to 74%, podle varianty D 78% podle varianty E 77% a u krajního bodu B je to celých 100%.

4.6.6 Srovnání statické a dynamické varianty

V této podkapitole budeme srovnávat rozdíly mezi variantou se statickými náklady a variantou, kde se s náklady pracuje dynamicky.

Graf 4.12 Srovnání základního portfolia



Z grafu 4.12 je patrné, že v případě dynamické varianty jsou zastoupeny veškeré akcie, kdežto ve statické variantě nejsou zahrnuty akcie společností Apple, Česká Spořitelna, ČEZ, Erste a Intel.

Jak je výše uvedeno po započítání transakčních nákladů je výnos statické varianty 55,71%, kdežto dynamická varianta dosahuje 56,9% za dva roky. U dynamické varianty jsou vyšší transakční náklady a to ve výši 5,9%, kdežto u statické varianty jsou pouze 3,89%. Obě tyto varianty pracují se směrodatnou odchylkou ve výši 12%. I přes nižší transakční náklady u statické metody můžeme konstatovat, že pro investora je výhodnější investovat do dynamické varianty, zaprvé kvůli vyššímu výnosu, ale také proto, že u dynamické varianty je brán v potaz vývoj akcií v dalších obdobích.

5 Závěr

Cílem diplomové práce bylo z předem vybraných akciových papírů, které jsou obchodovány na RM-systému vytvořit pro investora optimální portfolio, které bude vytvořeno na dva roky k 31. 12. 2017 a na konci roku 2018 bude provedena revize tohoto portfolia tak, aby bylo maximálně efektivní.

Diplomová práce je složena z pěti kapitol, kde první kapitola je úvodní a poslední je závěr. Druhá kapitola je věnována popisu charakteristiky teorie portfolia včetně modelů pro tvorbu portfolia. Ve třetí kapitole je popsána metodika, která je použita v praktické části.

Na začátku čtvrté kapitoly jsou vypočteny vstupní data, se kterými se dále pracuje při počítání jednotlivých variant. Jsou zde predikovány výnosy jednotlivých akcií pro třináct scénářů a jejich převedení na roční data.

V práci byla sestavena efektivní množina, která se skládá z pěti bodů, přičemž bod A je bod s minimálním rizikem a bod B je bod s maximálním výnosem. Body C, D a E jsou použity pro určení bližšího tvaru efektivní množiny. Pro výpočet bodů C, D a E bylo potřeba zjistit ekvidistantní interval. Poté již bylo možné vypočítat jednotlivé body dle účelových funkcí, podmínek a rovnic, které jsou popsány ve čtvrté kapitole. Výnos efektivní množiny se pohybuje od 28,1% u portfolia sestavovaného s minimálním rizikem až po výnos 80,87% u varianty s maximálním výnosem. Směrodatná odchylka portfolia s minimálním výnosem je 1,436% a nejvyšší směrodatná odchylka na efektivní množině je pro portfolio s maximálním výnosem a to 29,5%. Cílem sestavení efektivní množiny bylo zjištění, ve kterém bodě se protne investorova indiferenční křivka s efektivní množinou, a podle toho zvolit pro investora nejvhodnější portfolio.

Dále byla optimalizační úloha rozšířena o transakční náklady, které byly nastaveny pro demonstraci ve výši 5% z absolutní změny portfolia. Pro porovnání byla vypočítána jak statická varianta, kdy se se stavbou původního portfolia dále nepracovalo, tak varianta dynamická, která reaguje na daný scénář úpravou původního portfolia. Výnos statické varianty dosahuje 55,71% s transakčními náklady ve výši 3,89%, oproti tomu dynamická varianta dosahuje výnosu 56,9% s transakčními náklady ve výši 5,57%. Obě varianty pracují se směrodatnou odchylkou ve výši 12%. Pro investora je lepší dynamická varianta, tato varianta dosahuje vyššího zisku a její další výhodou je, že pracuje s budoucím vývojem akcií. Statická varianta má výhodu pouze v nižších transakčních nákladech.

Tato práce pro zjednodušení nepracovala s některými předpoklady, kterými jsou časová hodnota peněz, která v této práci zohledněna není, dále jsou transakční náklady nastaveny na pevnou částku, která se platí z externích peněz a není povolen krátký prodej.

Seznam použité literatury

Knižní zdroje

[1] CYHELSKÝ, L., KAHOUNOVÁ, J. a HINDLS, R. Elementární statistická analýza. 2.vyd. Praha: Management Press, 1999. 319 s. ISBN 80-7261-003-1.

[2] ELTON, Edwin J. and Martin Jay GRUBER. Modern portfolio theory and investment analysis. 4th ed. New York: Wiley, c1991. 715 s. ISBN 978-0470388327.

[3] FABIAN, František a Zdeněk KLUIBER. Metoda Monte Carlo a možnosti jejího uplatnění. 1.vyd. Praha: Prospektrum, 1998. 148 s. ISBN 80-7175-058-1.

[4] FABOZZI, F. J., S. M. FOCARDI and P. N. KOLM. Financial modeling of the equity market: from CAPM to cointegration. Hoboken: Wiley, 2006. 651 s. ISBN 0-471-69900-4.

[5] FÁBRY, Jan. Matematické modelování. 1.vyd. Praha: Kamil Mařík – Professional Publishing, 2011. 180 s. ISBN 978-80-7431-066-9.

[6] FOCARDI, S., P. N. KOLM and F. J. FABOZZI. Financial modeling of the equity market: from CAPM to cointegration. Hoboken: Wiley, c2006. 651 s. ISBN 0-471-69900-4.

[7] FOTR, Jiří a Jiří Hnilica. Aplikovaná analýza rizika. 2., aktualizované a rozšířené vyd. Praha: Grada Publishing, 2014. 306 s. ISBN 978-80-247-5104-7.

[8] FOTR, Jiří a Ivan Souček. Tvorba a řízení portfolia projektů. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2015. 288 s. ISBN 978-80-247-9939-1

[9] JÍLEK, Josef. Akciové trhy a investování. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2009. 656 s. ISBN 978-80-247-2963-3.

[10] POLÁCH, Jiří. Kapitálové trhy. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2002. 367 s. ISBN 80-248-0134-5.

[11] SHAPIRO, Alexander a Andy PHILPOTT. A Tutorial on Stochastic Programming. Technical Note, Georgia Institute of Technology, 2007

[12] SHARPE, William F. and Gordon J. ALEXANDER. Investice. 4. vyd. Praha: Victoria Publishing, 1994. 699 s. ISBN 80-85605-47-3.

[13] ZMEŠKAL, Z., D. DLUHOŠOVÁ a T. TICHÝ. Finanční modely: koncepty, metody, aplikace. 3., přeprac. a rozš. vyd. Praha: Ekopress, 2013. 267 s. ISBN 978-80-86929-91-0.

Internetové zdroje

[14] RM-SYSTÉM. Jednotlivé cenné papíry [online]. [cit. 2018-04-26]. Dostupné z: http://www.rmsystem.cz/vysledky/historie-obchodovani/jednotlive-cenne-papiry

Seznam zkratek

ČS	Česká spořitelna
CAPM	Capital Asset Pricing Model
CML	Capital Market Line
M	tržní portfolio
SAA	Sample Average Approximation
SML	Security Market Line
RAROC	Risk-Adjusted Return On Capital
VaR	Value at Risk
VW	Volkswagen

Prohlášení o využití výsledků diplomové práce

Prohlašuji, že:

- jsem byl(a) seznámen s tím, že na mou diplomovou (bakalářskou) práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo; - beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou (bakalářskou) práci užít (§ 35 odst. 3);
- souhlasím s tím, že diplomová (bakalářská) práce bude v elektronické podobě archivována v Ústřední knihovně VŠB-TUO a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že bibliografické údaje o diplomové (bakalářské) práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO;
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- bylo sjednáno, že užít své dílo, diplomovou (bakalářskou) práci, nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne…………

……………………………

Filip Žilka

Seznam příloh

Přílohy

Příloha č. 1 Denní kurzy akcií za období od 16. 11. 2015 do 31. 12. 2017

Datum	Google	Apple	ČS	ČEZ	Erste	Facebook	Fortuna	Intel	MC Donald	Microsoft	Philip Morris	VW
16.11.2015	18 850	2 873	1 440	475	753	2 696	86	813	2 947	1 324	11 711	3 298
18.11.2015	18 850	2 873	1 445	466	765	2 696	85	805	2 947	1 324	11 810	3 255
19.11.2015	19 100	2 977	1 443	469	771	2 726	86	822	2 923	1 340	11 862	3 260
20.11.2015	19 100	2 977	1 439	468	770	2 726	85	833	2 923	1 360	11 780	3 323
23.11.2015	19 300	3 015	1 448	478	766	2 726	85	882	2 902	1 357	11 701	3 330
24.11.2015	19 676	3 100	1 447	476	775	2 726	83	870	2 911	1 369	11 700	3 271
25.11.2015	19 676	3 025	1 444	471	773	2 738	83	865	2 911	1 366	11 750	3 389
26.11.2015	19 676	3 053	1 444	472	764	2 698	82	869	2 937	1 375	11 790	3 465
27.11.2015	19 700	3 048	1 440	475	763	2 733	81	872	2 897	1 375	11 899	3 605
30.11.2015	19 700	3 032	1 479	473	758	2 721	80	875	2 889	1 380	11 850	3 629
01.12.2015	19 700	3 070	1 500	469	779	2 712	80	875	2 864	1 397	11 990	3 770
02.12.2015	19 700	3 031	1 499	470	785	2 640	81	886	2 873	1 397	11 823	3 821
03.12.2015	20 027	3 012	1 498	462	771	2 732	80	893	2 877	1 414	11 935	3 665
04.12.2015	19 565	2 990	1 455	464	760	2 675	80	866	2 885	1 381	11 909	3 710
07.12.2015	19 471	2 881	1 480	456	779	2 631	81	855	2 885	1 345	11 923	3 690
08.12.2015	19 738	3 014	1 470	452	762	2 700	84	871	2 885	1 400	11 950	3 720
09.12.2015	19 401	2 952	1 470	433	755	2 627	81	862	2 852	1 372	11 735	3 600
10.12.2015	19 185	2 917	1 462	440	740	2 627	82	867	2 894	1 372	11 850	3 805
11.12.2015	19 034	2 863	1 485	439	730	2 627	84	860	2 914	1 371	11 935	3 849
14.12.2015	18 716	2 824	1 420	431	720	2 550	82	842	2 915	1 371	11 841	3 784
15.12.2015	18 620	2 772	1 420	430	732	2 550	80	833	2 913	1 324	11 927	3 670
16.12.2015	18 800	2 748	1 479	430	747	2 578	81	857	2 913	1 361	11 837	3 713
17.12.2015	18 800	2 748	1 420	428	758	2 578	79	864	2 907	1 361	11 927	3 640
18.12.2015	19 206	2 748	1 469	425	750	2 641	80	871	2 907	1 397	11 852	3 760
21.12.2015	19 206	2 747	1 469	415	762	2 767	79	862	2 883	1 396	11 900	3 769
22.12.2015	19 206	2 660	1 469	414	764	2 638	79	850	2 883	1 366	11 900	3 746
23.12.2015	19 206	2 660	1 470	417	770	2 622	78	850	2 874	1 363	11 811	3 790
28.12.2015	19 206	2 679	1 462	426	770	2 622	80	852	2 833	1 374	11 925	3 803
29.12.2015	19 206	2 650	1 420	436	775	2 600	80	848	2 802	1 364	11 915	3 851
30.12.2015	19 449	2 657	1 435	441	779	2 612	81	865	2 802	1 380	11 980	3 900
31.12.2015	19 846	2 660	1 435	449	775	2 617	81	692	2 816	1 400	11 988	3 825
04.01.2016	19 846	2 660	1 440	449	760	2 617	81	820	2 947	1 400	11 951	3 860
05.01.2016	18 957	2 602	1 440	428	762	2 540	80	825	2 916	1 350	11 910	3 750
06.01.2016	19 001	2 604	1 450	427	767	2 540	80	815	2 958	1 384	11 920	3 591
07.01.2016	19 001	2 569	1 420	420	750	2 547	80	815	3 009	1 370	11 979	3 537
08.01.2016	19 001	2 504	1 460	408	750	2 518	78	815	2 944	1 304	11 853	3 316
11.01.2016	19 001	2 444	1 460	416	725	2 493	78	815	2 927	1 311	11 976	3 413
12.01.2016	18 358	2 442	1 462	414	721	2 493	79	815	2 897	1 311	11 978	3 578
13.01.2016	18 457	2 471	1 423	412	732	2 476	78	815	2 911	1 311	11 990	3 554
14.01.2016	18 457	2 515	1 459	411	720	2 476	79	820	2 911	1 311	11 851	3 561

15.01.2016	18 145	2 400	1 459	410	719	2 476	80	783	2 908	1 292	11 860	3 400
18.01.2016	18 145	2 400	1 455	400	672	2 476	81	744	2 812	1 290	11 940	3 340
19.01.2016	17 907	2 400	1 450	384	717	2 386	77	735	2 845	1 275	11 851	3 250
20.01.2016	18 225	2 450	1 427	386	670	2 386	78	746	2 874	1 277	11 949	3 360
21.01.2016	17 486	2 351	1 430	380	664	2 386	76	725	2 871	1 226	11 863	3 143
22.01.2016	17 954	2 354	1 430	379	693	2 350	76	742	2 908	1 266	11 949	3 270
25.01.2016	18 460	2 465	1 455	390	717	2 398	78	745	2 930	1 292	11 901	3 387
26.01.2016	18 460	2 497	1 460	383	705	2 398	79	745	3 008	1 295	11 990	3 343
27.01.2016	18 440	2 497	1 460	385	729	2 430	79	738	3 008	1 302	12 030	3 404
28.01.2016	18 300	2 412	1 460	397	728	2 430	78	738	3 004	1 294	12 100	3 357
29.01.2016	18 300	2 349	1 460	412	716	2 666	84	738	3 001	1 286	12 400	3 320
01.02.2016	18 450	2 356	1 460	418	718	2 666	84	760	3 073	1 345	12 885	3 270
02.02.2016	19 252	2 400	1 435	400	715	2 804	86	765	3 073	1 350	12 950	3 230
03.02.2016	19 743	2 400	1 466	398	700	2 839	85	749	3 073	1 350	12 900	3 220
04.02.2016	19 743	2 400	1 370	398	700	2 839	87	709	3 013	1 287	12 802	3 110
05.02.2016	18 174	2 345	1 500	405	685	2 712	88	711	2 971	1 253	12 820	3 100
08.02.2016	17 728	2 350	1 438	400	690	2 641	96	719	2 971	1 257	12 670	3 210
09.02.2016	17 134	2 280	1 438	386	655	2 454	102	710	2 971	1 200	12 821	3 108
10.02.2016	17 134	2 280	1 400	381	625	2 416	97	691	2 817	1 200	12 900	2 985
11.02.2016	17 258	2 298	1 400	380	635	2 471	94	706	2 824	1 204	12 880	3 048
12.02.2016	17 258	2 237	1 400	377	632	2 471	91	665	2 806	1 178	12 810	3 019
15.02.2016	17 258	2 280	1 454	380	654	2 471	95	700	2 813	1 200	12 834	2 976
16.02.2016	17 313	2 323	1 449	387	679	2 492	98	710	2 866	1 239	12 832	3 200
17.02.2016	17 313	2 323	1 400	382	668	2 492	100	720	2 866	1 239	12 820	3 150
18.02.2016	17 421	2 328	1 440	375	690	2 492	99	707	2 866	1 230	12 850	3 240
19.02.2016	17 530	2 380	1 400	377	669	2 504	98	719	2 892	1 280	12 900	3 260
22.02.2016	17 559	2 365	1 425	379	665	2 504	99	719	2 850	1 279	13 099	3 225
23.02.2016	17 730	2 365	1 423	379	680	2 580	98	719	2 871	1 279	13 031	3 280
24.02.2016	17 750	2 365	1 380	376	672	2 580	96	730	2 902	1 279	13 010	3 259
25.02.2016	17 750	2 328	1 423	369	680	2 540	97	735	2 858	1 250	13 051	3 100
26.02.2016	17 750	2 328	1 423	371	687	2 594	97	715	2 862	1 252	13 131	3 200
29.02.2016	17 790	2 380	1 423	369	657	2 659	95	715	2 876	1 271	13 062	3 245
01.03.2016	17 932	2 437	1 380	368	642	2 660	97	715	2 907	1 300	12 822	3 374
02.03.2016	18 099	2 437	1 378	367	655	2 693	97	745	2 937	1 300	13 080	3 425
03.03.2016	18 213	2 520	1 380	365	653	2 710	98	750	2 960	1 303	13 130	3 555
04.03.2016	18 213	2 519	1 370	376	652	2 710	96	795	2 895	1 298	13 130	3 578
07.03.2016	18 213	2 519	1 370	385	645	2 701	99	758	2 895	1 284	13 045	3 598
08.03.2016	18 213	2 519	1 375	384	635	2 646	99	758	2 885	1 270	13 100	3 560
09.03.2016	18 213	2 496	1 375	387	650	2 590	99	758	2 877	1 249	13 055	3 514
10.03.2016	18 213	2 496	1 375	383	647	2 590	101	758	2 938	1 284	13 060	3 520
11.03.2016	18 213	2 496	1 375	385	655	2 590	88	758	2 938	1 300	13 160	3 450
14.03.2016	18 213	2 493	1 417	387	685	2 608	87	765	2 938	1 279	13 180	3 501
15.03.2016	18 213	2 493	1 376	395	685	2 649	85	773	2 984	1 293	13 188	3 512
16.03.2016	18 213	2 527	1 400	393	685	2 663	85	763	2 988	1 295	13 188	3 417
17.03.2016	18 213	2 552	1 400	401	685	2 694	85	769	3 000	1 295	13 250	3 460
18.03.2016	18 213	2 552	1 400	410	669	2 694	85	759	2 980	1 295	13 258	3 401

21.03.2016	18 213	2 510	1 390	415	689	2 694	86	767	2 976	1 295	13 200	3 546
22.03.2016	18 213	2 537	1 430	414	673	2 694	85	767	2 976	1 295	13 060	3 515
23.03.2016	18 213	2 563	1 428	410	669	2 694	84	773	2 991	1 295	12 950	3 555
24.03.2016	18 213	2 550	1 428	408	658	2 705	85	773	3 001	1 297	13 095	3 539
29.03.2016	18 213	2 550	1 421	410	660	2 705	86	766	3 007	1 308	13 280	3 445
30.03.2016	18 213	2 550	1 449	415	665	2 739	84	766	3 007	1 308	13 010	3 401
31.03.2016	18 165	2 597	1 450	418	666	2 765	86	770	2 999	1 311	13 100	3 451
01.04.2016	18 165	2 597	1 450	418	662	2 765	86	773	2 999	1 316	13 250	3 451
04.04.2016	18 165	2 597	1 435	412	670	2 725	85	767	3 008	1 311	13 138	3 340
05.04.2016	18 165	2 615	1 460	412	668	2 689	86	767	3 010	1 311	13 100	3 340
06.04.2016	18 165	2 615	1 450	409	666	2 689	86	767	3 026	1 311	13 261	3 231
07.04.2016	18 165	2 615	1 460	403	669	2 689	87	753	3 026	1 300	13 366	3 226
08.04.2016	18 165	2 600	1 460	397	660	2 655	87	757	3 026	1 300	13 554	3 225
11.04.2016	18 165	2 600	1 460	404	665	2 655	88	752	3 080	1 310	13 525	3 328
12.04.2016	18 165	2 600	1 460	402	658	2 625	89	758	3 045	1 306	13 401	3 291
13.04.2016	18 102	2 600	1 460	402	665	2 625	93	758	3 045	1 290	13 400	3 291
14.04.2016	18 385	2 606	1 450	401	679	2 661	95	760	3 042	1 302	13 300	3 374
15.04.2016	18 464	2 648	1 460	406	680	2 661	92	760	3 042	1 321	13 135	3 400
18.04.2016	18 464	2 648	1 450	418	685	2 651	90	760	3 042	1 337	13 165	3 362
19.04.2016	18 547	2 595	1 459	420	689	2 651	89	760	3 046	1 314	13 150	3 338
20.04.2016	18 737	2 575	1 423	426	698	2 646	89	760	3 046	1 330	13 082	3 423
21.04.2016	18 737	2 550	1 459	430	689	2 646	89	760	3 076	1 342	13 270	3 565
22.04.2016	18 680	2 550	1 478	439	692	2 688	89	760	3 103	1 343	13 350	3 705
25.04.2016	18 000	2 550	1 431	439	700	2 648	91	760	3 071	1 276	12 200	3 666
26.04.2016	17 902	2 536	1 415	446	688	2 648	90	760	3 002	1 245	12 291	3 453
27.04.2016	17 844	2 526	1 418	460	680	2 648	90	754	3 040	1 243	12 300	3 689
28.04.2016	17 111	2 339	1 450	458	685	2 581	91	750	3 040	1 222	12 321	3 762
29.04.2016	17 111	2 342	1 449	452	676	2 812	91	757	3 057	1 209	12 201	3 749
02.05.2016	16 964	2 269	1 449	457	686	2 796	88	724	3 012	1 177	12 370	3 704
03.05.2016	16 964	2 213	1 465	455	682	2 789	89	721	3 012	1 183	12 400	3 703
04.05.2016	16 984	2 228	1 465	439	676	2 789	89	712	3 012	1 176	12 301	3 600
05.05.2016	16 984	2 230	1 465	443	649	2 789	89	708	3 024	1 171	12 300	3 649
06.05.2016	16 984	2 232	1 413	450	649	2 789	88	708	3 057	1 180	12 364	3 510
09.05.2016	16 984	2 270	1 413	440	633	2 789	86	708	3 060	1 180	12 400	3 539
10.05.2016	17 059	2 270	1 413	432	645	2 792	86	712	3 084	1 180	12 469	3 620
11.05.2016	17 309	2 218	1 415	440	636	2 825	83	715	3 102	1 187	12 700	3 712
12.05.2016	17 309	2 220	1 415	430	626	2 825	85	715	3 124	1 220	12 900	3 727
13.05.2016	17 309	2 214	1 415	437	634	2 825	85	715	3 069	1 220	12 725	3 656
16.05.2016	17 309	2 121	1 415	440	635	2 839	85	710	3 082	1 227	12 850	3 672
17.05.2016	17 309	2 234	1 415	446	632	2 847	85	721	3 082	1 227	12 850	3 680
18.05.2016	17 309	2 271	1 415	440	619	2 845	85	721	3 066	1 235	12 700	3 597
19.05.2016	17 309	2 270	1 400	440	622	2 845	85	723	3 034	1 214	12 720	3 549
20.05.2016	17 309	2 270	1 420	439	626	2 826	85	729	3 027	1 211	12 750	3 600
23.05.2016	17 309	2 270	1 365	437	624	2 826	85	729	3 027	1 223	12 955	3 588
24.05.2016	17 309	2 307	1 367	435	628	2 826	85	729	2 966	1 223	12 690	3 600
25.05.2016	17 441	2 316	1 450	429	639	2 826	85	738	2 991	1 227	12 587	3 636

26.05.2016	17 732	2 388	1 450	432	660	2 843	85	753	2 991	1 259	12 790	3 693
27.05.2016	17 732	2 416	1 449	432	661	2 855	86	763	2 991	1 246	12 787	3 700
30.05.2016	17 880	2 451	1 400	443	660	2 861	86	763	2 991	1 247	12 666	3 694
31.05.2016	17 880	2 442	1 449	441	656	2 874	87	763	2 991	1 264	12 561	3 750
01.06.2016	18 031	2 442	1 449	443	653	2 874	87	763	2 991	1 264	12 514	3 730
02.06.2016	18 496	2 412	1 371	444	647	2 874	86	763	2 971	1 269	12 400	3 680
03.06.2016	18 029	2 350	1 400	447	637	2 874	88	764	2 925	1 268	12 391	3 700
06.06.2016	17 748	2 344	1 399	450	629	2 853	88	752	2 888	1 242	12 350	3 705
07.06.2016	17 634	2 344	1 399	459	630	2 853	89	752	2 888	1 242	12 399	3 705
08.06.2016	17 634	2 344	1 400	451	635	2 840	88	752	2 893	1 244	12 350	3 705
09.06.2016	17 634	2 344	1 370	457	621	2 823	89	752	2 880	1 239	12 360	3 705
10.06.2016	17 634	2 342	1 371	434	615	2 823	90	752	2 876	1 237	12 430	3 611
13.06.2016	17 634	2 303	1 365	420	579	2 795	90	747	2 899	1 223	12 422	3 502
14.06.2016	17 634	2 300	1 410	402	571	2 775	88	768	2 899	1 206	12 300	3 451
15.06.2016	17 634	2 300	1 410	394	570	2 775	87	768	2 921	1 206	12 320	3 454
16.06.2016	17 634	2 300	1 406	406	570	2 775	89	761	2 929	1 212	12 316	3 450
17.06.2016	17 634	2 290	1 406	408	579	2 775	88	761	2 930	1 188	12 340	3 382
20.06.2016	17 109	2 290	1 406	420	587	2 789	87	758	2 930	1 202	12 340	3 502
21.06.2016	17 109	2 298	1 410	430	586	2 751	88	758	2 930	1 202	12 449	3 630
22.06.2016	17 109	2 266	1 410	423	597	2 751	86	763	2 978	1 210	12 350	3 562
23.06.2016	17 109	2 266	1 433	424	605	2 751	88	772	2 899	1 213	12 315	3 555
24.06.2016	16 988	2 266	1 429	400	524	2 750	88	772	2 891	1 217	12 250	3 550
27.06.2016	16 761	2 266	1 393	414	555	2 750	85	778	2 946	1 203	12 301	3 452
28.06.2016	16 761	2 280	1 360	405	523	2 750	85	758	2 946	1 204	12 320	3 350
29.06.2016	16 771	2 282	1 367	412	545	2 750	86	759	2 897	1 208	12 405	3 385
30.06.2016	17 242	2 282	1 367	405	550	2 742	87	759	2 908	1 216	12 351	3 355
01.07.2016	17 202	2 282	1 379	414	552	2 747	87	777	2 908	1 231	12 408	3 314
04.07.2016	17 202	2 282	1 379	424	545	2 769	87	788	2 929	1 254	12 400	3 467
07.07.2016	17 213	2 289	1 380	428	526	2 769	87	789	2 940	1 254	12 500	3 386
08.07.2016	17 213	2 289	1 380	426	526	2 800	87	803	2 940	1 247	12 579	3 299
11.07.2016	17 258	2 289	1 390	424	539	2 819	87	819	2 953	1 268	12 567	3 364
12.07.2016	17 500	2 316	1 390	431	534	2 866	86	834	2 964	1 281	12 550	3 367
13.07.2016	17 571	2 316	1 385	439	562	2 866	87	835	2 964	1 289	12 650	3 434
14.07.2016	17 681	2 316	1 400	440	561	2 866	87	844	2 975	1 300	12 700	3 400
15.07.2016	17 681	2 331	1 400	443	626	2 866	88	846	2 998	1 301	12 730	3 430
18.07.2016	17 784	2 348	1 400	446	624	2 888	87	841	3 017	1 294	12 952	3 399
19.07.2016	18 042	2 417	1 400	450	634	2 888	88	848	3 017	1 315	12 950	3 433
20.07.2016	18 279	2 417	1 400	450	633	2 919	87	848	3 030	1 315	12 950	3 396
21.07.2016	18 430	2 396	1 433	457	642	2 950	88	850	3 109	1 379	13 029	3 460
22.07.2016	18 430	2 400	1 433	455	645	2 950	88	838	3 109	1 375	13 095	3 555
25.07.2016	18 430	2 400	1 433	457	647	2 950	89	838	3 114	1 378	13 148	3 475
26.07.2016	18 462	2 362	1 430	464	640	2 962	90	844	3 176	1 381	13 150	3 499
27.07.2016	18 794	2 362	1 430	460	646	2 962	87	850	3 026	1 395	13 100	3 550
28.07.2016	18 794	2 465	1 430	468	647	3 000	89	851	2 965	1 399	13 013	3 634
29.07.2016	18 930	2 464	1 398	465	640	3 194	89	842	2 911	1 365	13 199	3 616
01.08.2016	19 145	2 464	1 447	455	640	3 071	90	840	2 893	1 339	13 275	3 540

02.08.2016	19 140	2 478	1 445	448	631	3 039	91	839	2 880	1 357	13 300	3 570
03.08.2016	19 185	2 478	1 430	458	623	2 995	91	833	2 857	1 357	13 300	3 460
04.08.2016	19 185	2 478	1 430	460	620	2 995	92	825	2 866	1 367	13 299	3 385
05.08.2016	19 185	2 495	1 400	459	634	2 995	91	825	2 886	1 368	13 299	3 486
08.08.2016	19 185	2 553	1 400	454	640	3 027	90	837	2 904	1 392	13 087	3 499
09.08.2016	19 475	2 570	1 400	445	652	3 095	90	840	2 929	1 415	13 180	3 550
10.08.2016	19 559	2 570	1 400	444	658	3 093	91	840	2 902	1 415	13 150	3 529
11.08.2016	19 559	2 570	1 400	442	657	3 052	93	838	2 897	1 413	13 249	3 565
12.08.2016	19 559	2 570	1 380	443	645	3 053	93	836	2 897	1 409	13 247	3 580
15.08.2016	19 559	2 545	1 385	442	666	3 036	94	836	2 900	1 399	13 111	3 598
16.08.2016	19 425	2 571	1 396	442	661	3 019	93	836	2 900	1 399	12 979	3 580
17.08.2016	19 425	2 574	1 380	440	659	3 001	93	836	2 870	1 381	13 140	3 550
18.08.2016	19 311	2 574	1 415	440	655	2 980	93	836	2 852	1 378	13 067	3 550
19.08.2016	19 311	2 620	1 415	431	656	2 980	93	833	2 825	1 376	12 905	3 470
22.08.2016	19 311	2 320	1 415	427	660	2 980	93	833	2 800	1 375	13 000	3 488
23.08.2016	19 229	2 676	1 368	420	663	2 980	94	835	2 789	1 375	13 000	3 440
24.08.2016	19 229	2 656	1 380	421	675	2 980	93	841	2 778	1 375	12 950	3 540
25.08.2016	19 229	2 600	1 392	423	685	2 980	96	838	2 754	1 375	12 905	3 501
26.08.2016	19 080	2 600	1 392	417	690	2 980	90	838	2 763	1 378	12 750	3 434
29.08.2016	19 080	2 658	1 392	415	680	2 980	90	840	2 765	1 381	12 905	3 540
30.08.2016	19 080	2 655	1 392	420	687	3 010	89	848	2 780	1 399	12 950	3 521
31.08.2016	19 080	2 625	1 392	428	686	3 012	89	853	2 780	1 400	12 800	3 521
01.09.2016	19 080	2 550	1 392	422	702	3 029	89	856	2 806	1 400	12 800	3 530
02.09.2016	19 080	2 560	1 392	422	697	3 029	88	857	2 854	1 390	12 866	3 530
05.09.2016	19 080	2 560	1 392	427	715	3 037	89	863	2 827	1 380	12 921	3 560
06.09.2016	19 159	2 520	1 410	440	715	3 040	90	863	2 827	1 385	12 833	3 550
07.09.2016	19 159	2 550	1 410	445	708	3 040	91	871	2 827	1 400	12 833	3 547
08.09.2016	19 243	2 599	1 410	440	715	3 122	90	866	2 850	1 385	12 820	3 586
09.09.2016	19 243	2 590	1 410	440	721	3 122	90	865	2 850	1 381	12 885	3 590
12.09.2016	19 243	2 590	1 400	429	712	3 122	90	865	2 850	1 381	12 751	3 590
13.09.2016	19 243	2 533	1 374	427	715	3 123	89	844	2 850	1 359	12 731	3 550
14.09.2016	19 157	2 599	1 406	430	711	3 091	89	844	2 850	1 356	12 649	3 590
15.09.2016	19 157	2 645	1 374	430	700	3 091	89	844	2 850	1 359	12 754	3 550
16.09.2016	19 157	2 685	1 390	427	701	3 091	89	851	2 850	1 354	12 700	3 540
19.09.2016	19 157	2 763	1 374	423	677	3 091	89	912	2 850	1 375	12 670	3 490
20.09.2016	19 159	2 765	1 374	421	697	3 091	90	912	2 850	1 381	12 749	3 545
21.09.2016	19 187	2 700	1 400	426	706	3 091	90	906	2 850	1 381	12 600	3 504
22.09.2016	19 211	2 700	1 400	425	723	3 095	89	880	2 830	1 393	12 549	3 541
23.09.2016	19 345	2 700	1 400	432	711	3 096	90	880	2 832	1 402	12 595	3 520
26.09.2016	19 427	2 700	1 381	433	711	3 095	90	880	2 832	1 397	12 595	3 520
27.09.2016	19 427	2 568	1 400	430	705	3 095	89	880	2 840	1 372	12 572	3 480
29.09.2016	19 427	2 602	1 400	432	710	3 095	88	872	2 860	1 372	12 589	3 400
30.09.2016	19 427	2 628	1 400	437	704	3 130	88	877	2 860	1 390	12 562	3 460
03.10.2016	19 427	2 628	1 380	430	701	3 107	87	875	2 860	1 386	12 545	3 457
04.10.2016	19 427	2 628	1 407	440	714	3 107	88	880	2 860	1 380	12 450	3 450
05.10.2016	19 427	2 628	1 407	440	710	3 157	88	888	2 920	1 387	12 500	3 556

06.10.2016	19 427	2 645	1 407	439	722	3 126	88	888	2 920	1 380	12 520	3 530
07.10.2016	19 427	2 645	1 404	447	729	3 126	91	888	2 920	1 380	12 589	3 524
10.10.2016	19 427	2 685	1 400	451	719	3 126	91	894	2 920	1 386	12 527	3 524
11.10.2016	19 427	2 685	1 404	450	728	3 126	90	902	2 920	1 399	12 539	3 521
12.10.2016	19 756	2 685	1 400	454	728	3 135	90	902	2 920	1 414	12 603	3 570
13.10.2016	19 756	2 800	1 400	445	727	3 135	91	902	2 920	1 392	12 550	3 519
14.10.2016	19 756	2 800	1 400	450	722	3 135	91	900	2 920	1 384	12 563	3 490
17.10.2016	19 756	2 775	1 400	459	734	3 135	92	900	2 920	1 403	12 650	3 520
18.10.2016	19 802	2 775	1 400	465	745	3 135	92	898	2 920	1 403	12 665	3 500
19.10.2016	19 917	2 814	1 416	465	751	3 138	92	905	2 814	1 405	12 665	3 550
20.10.2016	20 221	2 814	1 416	469	754	3 175	91	890	2 769	1 427	12 661	3 550
21.10.2016	20 221	2 799	1 416	470	760	3 185	90	890	2 830	1 405	12 649	3 580
24.10.2016	20 240	2 788	1 415	468	761	3 211	90	890	2 830	1 467	12 571	3 545
25.10.2016	20 469	2 788	1 410	468	775	3 268	90	890	2 842	1 500	12 550	3 585
26.10.2016	21 030	2 829	1 410	467	778	3 300	91	890	2 899	1 505	12 486	3 602
27.10.2016	20 737	2 829	1 401	465	772	3 298	91	881	2 840	1 501	12 307	3 580
31.10.2016	20 332	2 825	1 401	467	786	3 252	92	881	2 840	1 501	12 200	3 600
01.11.2016	20 332	2 825	1 402	465	774	3 283	91	877	2 899	1 489	12 251	3 600
02.11.2016	20 125	2 700	1 410	454	771	3 230	91	861	2 899	1 473	12 275	3 624
03.11.2016	19 522	2 700	1 410	448	754	3 159	88	861	2 899	1 457	12 390	3 503
04.11.2016	19 428	2 700	1 410	460	769	3 300	89	847	2 899	1 450	12 418	3 507
07.11.2016	19 265	2 698	1 400	458	721	3 273	89	836	2 899	1 432	12 497	3 478
08.11.2016	19 369	2 698	1 410	453	713	3 273	89	836	2 895	1 464	12 272	3 500
09.11.2016	19 412	2 712	1 410	450	698	3 274	90	836	2 895	1 478	12 210	3 510
10.11.2016	19 470	2 701	1 392	455	733	3 100	89	836	2 895	1 478	12 430	3 446
11.11.2016	19 357	2 625	1 390	440	745	3 110	89	836	2 900	1 480	12 480	3 460
14.11.2016	19 357	2 688	1 390	434	746	3 110	89	836	2 900	1 490	12 650	3 500
15.11.2016	19 250	2 681	1 395	432	741	2 910	90	846	2 920	1 490	12 550	3 530
16.11.2016	19 263	2 681	1 420	433	749	2 922	88	857	2 955	1 482	12 695	3 525
18.11.2016	19 564	2 681	1 420	420	733	2 900	87	857	3 002	1 482	12 543	3 515
21.11.2016	19 782	2 687	1 420	424	728	3 027	87	859	3 050	1 482	12 799	3 451
22.11.2016	19 787	2 687	1 417	417	724	3 040	88	867	3 049	1 531	12 792	3 460
23.11.2016	19 944	2 687	1 417	432	721	3 080	88	874	3 054	1 555	12 790	3 519
24.11.2016	19 944	2 715	1 417	430	724	3 080	88	881	3 054	1 560	12 902	3 530
25.11.2016	19 944	2 722	1 430	424	715	3 065	88	881	3 054	1 548	12 888	3 549
28.11.2016	19 944	2 722	1 430	426	713	3 100	88	881	3 054	1 544	12 940	3 541
29.11.2016	20 164	2 723	1 430	424	705	3 100	89	882	3 054	1 535	12 890	3 540
30.11.2016	20 164	2 723	1 415	421	697	3 100	88	882	3 054	1 537	12 850	3 481
01.12.2016	20 164	2 724	1 430	423	708	3 090	87	882	3 000	1 541	12 828	3 500
02.12.2016	19 599	2 724	1 430	418	719	2 956	88	882	2 400	1 522	12 800	3 500
05.12.2016	19 599	2 725	1 428	416	717	2 956	88	870	2 820	1 499	12 701	3 455
06.12.2016	19 599	2 725	1 433	411	721	2 956	87	870	2 822	1 499	12 672	3 494
07.12.2016	19 599	2 725	1 450	414	746	2 981	88	870	2 835	1 503	12 685	3 475
08.12.2016	19 599	2 725	1 405	414	747	2 973	87	889	2 976	1 513	12 685	3 541
09.12.2016	20 063	2 725	1 450	415	761	2 999	86	889	3 029	1 515	12 600	3 640
12.12.2016	20 344	2 725	1 415	418	752	3 036	86	894	3 047	1 515	12 685	3 587

13.12.2016	20 344	2 752	1 415	420	760	3 036	87	895	3 080	1 567	12 799	3 592
14.12.2016	20 750	2 820	1 450	420	764	3 036	85	900	3 080	1 567	12 601	3 630
15.12.2016	20 800	2 811	1 445	415	750	3 051	85	916	3 100	1 592	12 604	3 653
16.12.2016	21 328	2 863	1 444	420	765	3 100	86	930	3 128	1 592	12 680	3 580
19.12.2016	21 231	2 863	1 444	420	767	3 100	86	930	3 133	1 615	12 700	3 668
20.12.2016	21 230	2 863	1 440	420	769	3 100	87	930	3 164	1 608	12 900	3 640
21.12.2016	21 225	2 936	1 440	421	777	3 126	86	939	3 165	1 643	13 030	3 750
22.12.2016	21 329	2 936	1 415	420	775	3 108	86	939	3 162	1 638	12 970	3 757
23.12.2016	21 026	2 935	1 416	422	778	3 073	86	939	3 162	1 647	12 950	3 822
27.12.2016	21 026	2 935	1 416	421	770	3 068	86	939	3 163	1 635	12 970	3 822
28.12.2016	20 999	2 935	1 420	424	772	3 068	87	939	3 163	1 638	12 924	3 790
29.12.2016	20 999	3 020	1 420	429	763	3 068	86	939	3 164	1 638	12 924	3 743
30.12.2016	20 950	3 015	1 440	429	761	3 047	86	939	3 164	1 630	13 099	3 750
02.01.2017	20 811	3 014	1 415	429	755	3 020	87	939	3 150	1 620	12 972	3 700
03.01.2017	20 811	2 998	1 416	430	768	3 027	87	932	3 146	1 620	13 188	3 702
04.01.2017	20 898	2 998	1 416	427	780	3 033	87	932	3 128	1 625	13 180	3 821
05.01.2017	20 898	3 016	1 420	424	791	3 033	87	932	3 079	1 610	13 304	3 728
06.01.2017	20 578	2 992	1 423	422	792	3 033	87	932	3 063	1 600	13 195	3 800
09.01.2017	20 723	2 992	1 425	421	791	3 107	88	932	3 063	1 600	13 250	3 800
10.01.2017	21 464	2 992	1 427	425	787	3 138	88	913	3 063	1 602	13 110	3 890
11.01.2017	21 269	2 992	1 424	424	778	3 158	89	915	3 063	1 606	13 102	3 934
12.01.2017	21 269	2 992	1 424	430	788	3 175	87	923	3 093	1 615	13 102	4 050
13.01.2017	21 083	2 992	1 424	430	773	3 175	89	936	3 069	1 600	13 200	4 050
16.01.2017	21 083	2 992	1 424	428	776	3 250	88	936	3 069	1 595	13 200	4 108
17.01.2017	21 083	2 992	1 423	424	770	3 300	88	936	3 091	1 595	13 266	4 018
18.01.2017	21 083	2 990	1 423	424	767	3 258	89	936	3 091	1 577	13 280	3 965
19.01.2017	21 032	2 990	1 423	425	772	3 244	89	936	3 091	1 577	13 201	4 008
20.01.2017	21 032	2 990	1 423	428	766	3 244	90	936	3 091	1 607	13 300	4 008
23.01.2017	21 032	2 988	1 425	429	767	3 244	90	935	3 091	1 578	13 245	4 007
24.01.2017	21 032	2 988	1 425	427	773	3 235	92	935	3 091	1 578	13 283	4 000
25.01.2017	21 065	2 987	1 433	426	776	3 235	92	935	3 091	1 579	13 200	4 116
26.01.2017	21 237	2 987	1 423	426	772	3 265	93	935	3 091	1 591	13 200	4 187
27.01.2017	21 395	2 987	1 430	427	785	3 322	94	935	3 091	1 610	13 286	4 160
30.01.2017	21 390	2 987	1 439	425	780	3 303	94	936	3 091	1 650	13 286	4 150
31.01.2017	21 061	3 000	1 439	427	760	3 303	93	946	3 091	1 631	13 200	4 050
01.02.2017	20 656	2 990	1 438	429	774	3 291	93	935	3 067	1 630	13 183	4 050
02.02.2017	20 656	3 100	1 439	430	782	3 291	94	935	3 067	1 624	13 350	4 094
03.02.2017	20 505	3 193	1 439	430	780	3 318	95	920	3 052	1 596	13 218	4 045
06.02.2017	20 550	3 195	1 439	431	779	3 318	93	920	3 071	1 600	13 324	4 076
07.02.2017	20 550	3 195	1 439	430	779	3 318	94	920	3 104	1 600	13 200	3 930
08.02.2017	20 850	3 220	1 439	432	780	3 320	94	920	3 133	1 603	13 328	3 950
09.02.2017	20 905	3 220	1 438	440	786	3 334	94	920	3 163	1 603	13 328	3 850
10.02.2017	20 905	3 220	1 438	439	788	3 370	93	920	3 123	1 612	13 270	3 875
13.02.2017	21 082	3 251	1 438	432	805	3 441	95	907	3 169	1 630	13 250	3 956
14.02.2017	21 207	3 284	1 438	437	803	3 441	95	907	3 182	1 635	13 349	4 000
15.02.2017	21 253	3 284	1 426	434	807	3 433	94	900	3 182	1 635	13 442	4 025

16.02.2017	21 253	3 450	1 428	437	800	3 433	95	938	3 207	1 666	13 350	4 010
17.02.2017	21 253	3 433	1 438	439	792	3 422	94	934	3 207	1 663	13 400	3 950
20.02.2017	21 269	3 448	1 438	439	792	3 422	95	933	3 211	1 654	13 440	3 909
21.02.2017	21 455	3 449	1 438	443	795	3 420	95	933	3 229	1 654	13 420	3 967
22.02.2017	21 639	3 448	1 439	439	786	3 450	94	933	3 243	1 660	13 469	3 925
23.02.2017	21 652	3 449	1 438	445	782	3 460	96	933	3 246	1 665	13 475	3 950
24.02.2017	21 652	3 449	1 470	453	765	3 460	97	933	3 249	1 656	13 500	3 960
27.02.2017	21 652	3 449	1 470	455	771	3 460	99	932	3 250	1 651	13 400	3 960
28.02.2017	21 652	3 380	1 470	453	756	3 460	102	932	3 250	1 644	13 375	3 980
01.03.2017	21 652	3 385	1 499	450	774	3 460	100	929	3 237	1 647	13 426	3 975
02.03.2017	21 652	3 566	1 498	457	771	3 466	100	928	3 260	1 647	13 495	4 039
03.03.2017	21 673	3 613	1 471	457	781	3 500	101	928	3 287	1 647	13 410	4 039
06.03.2017	21 978	3 576	1 471	456	779	3 533	101	928	3 281	1 644	13 480	3 986
07.03.2017	21 702	3 570	1 471	452	784	3 522	101	922	3 271	1 629	13 519	3 986
08.03.2017	21 702	3 570	1 498	452	792	3 522	100	922	3 265	1 652	13 517	3 984
09.03.2017	21 702	3 570	1 498	449	804	3 522	100	922	3 265	1 664	13 450	3 998
10.03.2017	21 740	3 558	1 500	448	816	3 522	99	922	3 265	1 673	13 455	3 939
13.03.2017	21 740	3 500	1 480	442	822	3 522	101	922	3 253	1 661	13 500	3 927
14.03.2017	21 740	3 500	1 480	439	815	3 546	103	910	3 233	1 661	13 480	3 927
15.03.2017	21 757	3 500	1 461	436	815	3 575	104	899	3 233	1 641	13 500	3 937
16.03.2017	21 792	3 510	1 452	439	828	3 560	107	899	3 231	1 641	13 382	3 910
17.03.2017	21 800	3 538	1 461	442	810	3 560	106	899	3 250	1 634	13 333	3 890
20.03.2017	21 978	3 539	1 461	438	820	3 489	106	899	3 206	1 646	13 397	3 856
21.03.2017	21 978	3 530	1 461	435	808	3 489	104	899	3 206	1 646	13 455	3 870
22.03.2017	21 688	3 530	1 500	439	805	3 489	105	895	3 206	1 633	13 490	3 861
23.03.2017	21 545	3 450	1 500	440	813	3 479	104	872	3 206	1 630	13 520	3 842
24.03.2017	21 229	3 490	1 499	443	815	3 483	106	864	3 216	1 630	13 535	3 801
27.03.2017	21 238	3 490	1 470	440	816	3 485	107	902	3 216	1 633	13 495	3 835
28.03.2017	20 915	3 490	1 475	437	819	3 485	106	886	3 212	1 617	13 479	3 751
29.03.2017	20 903	3 490	1 477	442	821	3 485	106	886	3 212	1 617	13 630	3 800
30.03.2017	21 130	3 505	1 456	444	828	3 527	108	907	3 219	1 635	13 626	3 850
31.03.2017	21 252	3 508	1 464	440	822	3 560	109	907	3 245	1 665	13 599	3 810
03.04.2017	21 271	3 526	1 498	438	821	3 598	107	907	3 247	1 665	13 600	3 870
04.04.2017	21 710	3 612	1 498	436	824	3 632	104	906	3 252	1 665	13 681	3 850
05.04.2017	21 710	3 595	1 498	436	814	3 620	104	906	3 252	1 665	13 800	3 800
06.04.2017	21 710	3 595	1 498	432	820	3 620	105	906	3 306	1 667	13 815	3 800
07.04.2017	21 500	3 595	1 465	430	814	3 561	105	900	3 256	1 641	13 850	3 809
10.04.2017	21 099	3 595	1 493	433	820	3 561	105	900	3 255	1 645	13 955	3 760
11.04.2017	20 976	3 595	1 475	435	810	3 513	105	900	3 255	1 645	13 995	3 820
12.04.2017	20 976	3 554	1 480	439	804	3 573	107	900	3 255	1 651	14 095	3 713
13.04.2017	20 976	3 554	1 485	441	795	3 558	105	900	3 273	1 651	14 099	3 730
18.04.2017	20 976	3 554	1 485	440	809	3 555	104	900	3 292	1 652	13 989	3 601
19.04.2017	21 199	3 554	1 480	439	822	3 555	106	900	3 292	1 652	14 099	3 718
20.04.2017	21 336	3 554	1 498	436	827	3 555	107	900	3 292	1 652	13 990	3 849
21.04.2017	21 372	3 553	1 470	438	860	3 555	108	900	3 292	1 644	14 090	3 852
24.04.2017	21 874	3 553	1 465	438	858	3 595	111	900	3 327	1 654	13 350	3 899

25.04.2017	21 838	3 553	1 500	439	873	3 566	111	900	3 300	1 664	13 270	3 890
26.04.2017	21 838	3 553	1 535	434	878	3 585	112	900	3 414	1 666	13 350	3 919
27.04.2017	21 838	3 589	1 450	433	880	3 630	111	906	3 472	1 680	13 500	3 941
28.04.2017	21 750	3 582	1 464	435	871	3 630	112	906	3 475	1 692	13 500	3 910
02.05.2017	21 750	3 554	1 466	434	862	3 666	114	910	3 463	1 692	13 400	3 948
03.05.2017	21 750	3 554	1 466	431	851	3 738	113	911	3 465	1 695	13 490	3 930
04.05.2017	21 750	3 630	1 466	433	868	3 785	113	911	3 465	1 695	13 440	3 930
05.05.2017	23 165	3 611	1 458	431	875	3 683	112	910	3 465	1 695	13 709	3 957
09.05.2017	23 165	3 611	1 457	432	873	3 680	112	915	3 465	1 695	13 660	3 957
10.05.2017	23 209	3 650	1 455	434	877	3 680	111	900	3 465	1 695	13 747	3 932
11.05.2017	23 209	3 650	1 455	437	883	3 680	111	898	3 465	1 695	13 720	3 956
12.05.2017	23 209	3 650	1 475	437	885	3 680	110	880	3 485	1 690	13 578	3 969
15.05.2017	23 209	3 660	1 457	440	890	3 698	107	885	3 485	1 671	13 744	3 949
16.05.2017	23 209	3 660	1 457	442	893	3 664	105	877	3 485	1 665	13 760	3 940
17.05.2017	23 165	3 660	1 474	451	888	3 600	107	861	3 507	1 635	13 798	3 940
18.05.2017	22 781	3 660	1 474	440	903	3 537	105	871	3 507	1 635	13 900	3 883
19.05.2017	22 781	3 660	1 474	447	901	3 537	104	853	3 506	1 619	13 975	3 855
22.05.2017	22 557	3 600	1 450	448	900	3 514	109	849	3 506	1 620	14 000	3 830
23.05.2017	22 557	3 600	1 449	450	899	3 469	107	849	3 506	1 605	13 999	3 880
24.05.2017	22 673	3 600	1 449	450	894	3 518	107	849	3 506	1 631	14 000	3 880
25.05.2017	23 167	3 600	1 449	450	892	3 520	107	857	3 506	1 631	13 897	3 820
26.05.2017	23 285	3 600	1 446	450	884	3 526	108	865	3 506	1 640	13 700	3 920
29.05.2017	23 347	3 600	1 446	449	868	3 560	108	866	3 506	1 640	13 790	3 800
30.05.2017	23 394	3 600	1 446	452	860	3 641	117	866	3 506	1 640	13 830	3 821
31.05.2017	23 394	3 600	1 449	449	870	3 641	117	866	3 510	1 658	13 800	3 827
01.06.2017	23 380	3 600	1 449	446	862	3 590	118	866	3 510	1 663	14 000	3 780
02.06.2017	23 309	3 600	1 450	451	860	3 590	118	865	3 520	1 649	13 912	3 780
05.06.2017	23 309	3 600	1 450	448	859	3 590	118	857	3 544	1 652	14 000	3 800
06.06.2017	23 359	3 600	1 450	451	873	3 590	120	857	3 556	1 680	14 000	3 850
07.06.2017	23 359	3 600	1 460	450	870	3 590	123	857	3 556	1 695	14 100	3 754
09.06.2017	23 359	3 600	1 460	451	863	3 590	124	865	3 532	1 703	14 098	3 707
12.06.2017	23 359	3 600	1 460	452	860	3 590	124	874	3 532	1 701	14 115	3 685
13.06.2017	22 507	3 646	1 460	454	857	3 600	123	840	3 532	1 701	14 105	3 685
14.06.2017	22 507	3 295	1 460	453	847	3 525	123	840	3 524	1 631	14 102	3 724
15.06.2017	22 507	3 304	1 460	451	848	3 514	124	840	3 487	1 643	14 050	3 739
16.06.2017	22 507	3 435	1 460	452	857	3 557	124	840	3 487	1 643	14 110	3 670
19.06.2017	22 459	3 385	1 460	452	863	3 511	122	840	3 487	1 643	14 300	3 621
20.06.2017	22 704	3 366	1 460	450	845	3 511	126	840	3 521	1 638	14 580	3 639
21.06.2017	22 999	3 366	1 460	450	846	3 559	125	840	3 521	1 651	14 805	3 642
22.06.2017	22 999	3 366	1 460	447	832	3 610	125	820	3 634	1 668	14 719	3 671
23.06.2017	22 999	3 366	1 460	447	830	3 610	127	820	3 628	1 668	14 944	3 648
26.06.2017	23 238	3 366	1 465	442	830	3 598	126	817	3 628	1 664	14 700	3 650
27.06.2017	23 238	3 400	1 445	435	843	3 598	126	810	3 628	1 664	14 600	3 637
28.06.2017	22 587	3 400	1 475	431	861	3 598	129	807	3 628	1 666	14 562	3 639
29.06.2017	22 170	3 409	1 474	408	875	3 585	136	791	3 607	1 645	14 700	3 602
30.06.2017	21 824	3 373	1 474	405	875	3 541	137	791	3 565	1 617	14 758	3 689

03.07.2017	21 518	3 335	1 446	406	884	3 499	136	784	3 540	1 600	14 775	3 630
04.07.2017	21 486	3 316	1 447	402	909	3 475	139	784	3 515	1 591	14 851	3 608
07.07.2017	21 417	3 316	1 470	400	910	3 472	139	751	3 515	1 591	14 810	3 649
11.07.2017	21 417	3 316	1 475	398	912	3 448	139	791	3 515	1 587	15 000	3 654
12.07.2017	21 581	3 315	1 475	400	911	3 448	139	777	3 529	1 583	14 918	3 670
13.07.2017	21 788	3 315	1 475	398	906	3 485	138	777	3 534	1 598	15 020	3 700
14.07.2017	22 203	3 315	1 475	395	912	3 501	138	777	3 534	1 615	15 049	3 750
17.07.2017	22 203	3 315	1 475	400	912	3 569	136	800	3 544	1 615	15 150	3 750
18.07.2017	22 054	3 315	1 475	400	906	3 602	136	798	3 544	1 639	14 955	3 778
19.07.2017	22 054	3 315	1 475	400	906	3 612	136	798	3 544	1 637	15 180	3 785
20.07.2017	22 237	3 315	1 475	401	905	3 612	139	791	3 529	1 655	15 520	3 785
21.07.2017	22 237	3 315	1 460	402	901	3 612	137	791	3 469	1 663	15 400	3 818
24.07.2017	21 940	3 315	1 452	399	898	3 700	139	791	3 469	1 663	15 405	3 820
25.07.2017	21 967	3 315	1 457	400	909	3 695	139	791	3 501	1 688	15 548	3 670
26.07.2017	21 967	3 315	1 466	401	919	3 695	141	791	3 443	1 660	15 306	3 570
27.07.2017	21 665	3 315	1 466	401	919	3 695	140	791	3 437	1 651	15 244	3 650
28.07.2017	21 665	3 315	1 469	400	926	3 694	140	791	3 527	1 651	15 260	3 650
31.07.2017	21 665	3 315	1 471	400	925	3 694	140	791	3 538	1 651	15 350	3 605
01.08.2017	21 665	3 315	1 480	400	925	3 950	140	791	3 490	1 653	15 206	3 577
02.08.2017	21 252	3 315	1 480	401	924	3 820	143	791	3 467	1 633	15 170	3 514
03.08.2017	21 252	3 311	1 480	401	930	3 777	145	791	3 467	1 636	15 196	3 553
04.08.2017	21 001	3 311	1 471	400	936	3 777	145	791	3 438	1 629	15 400	3 539
07.08.2017	21 001	3 336	1 497	400	963	3 732	139	791	3 420	1 605	15 500	3 503
08.08.2017	21 040	3 336	1 474	399	975	3 732	143	791	3 459	1 598	15 500	3 510
09.08.2017	21 002	3 353	1 497	400	982	3 732	142	791	3 410	1 601	15 295	3 486
10.08.2017	21 003	3 364	1 497	405	952	3 732	144	791	3 410	1 620	15 490	3 473
11.08.2017	20 840	3 520	1 480	413	933	3 763	145	791	3 430	1 618	15 630	3 443
14.08.2017	20 766	3 521	1 490	413	949	3 763	147	791	3 436	1 618	15 425	3 415
15.08.2017	20 766	3 521	1 497	413	945	3 763	146	791	3 458	1 618	15 400	3 437
16.08.2017	20 766	3 447	1 497	411	950	3 763	148	800	3 482	1 599	15 530	3 542
17.08.2017	20 766	3 447	1 490	414	959	3 763	147	815	3 482	1 635	15 500	3 463
18.08.2017	20 766	3 474	1 490	415	940	3 763	147	807	3 502	1 640	15 400	3 491
21.08.2017	20 695	3 488	1 500	418	936	3 763	148	800	3 502	1 640	15 400	3 456
22.08.2017	20 417	3 488	1 500	420	934	3 763	150	791	3 516	1 638	15 500	3 456
23.08.2017	20 444	3 561	1 500	421	933	3 763	151	790	3 522	1 626	15 550	3 399
24.08.2017	20 598	3 460	1 535	425	917	3 750	151	779	3 504	1 616	15 550	3 389
25.08.2017	20 598	3 460	1 495	423	930	3 750	150	779	3 510	1 620	15 811	3 397
28.08.2017	20 605	3 460	1 495	424	940	3 750	148	779	3 510	1 620	15 950	3 441
29.08.2017	20 432	3 460	1 495	424	926	3 750	149	774	3 510	1 619	16 110	3 467
30.08.2017	20 281	3 460	1 495	423	938	3 734	149	765	3 506	1 625	15 650	3 450
31.08.2017	20 281	3 526	1 495	426	945	3 715	149	765	3 475	1 607	15 785	3 411
01.09.2017	20 281	3 501	1 498	419	935	3 715	147	765	3 471	1 591	15 690	3 400
04.09.2017	20 667	3 560	1 500	421	935	3 738	148	765	3 471	1 601	15 690	3 400
05.09.2017	20 667	3 560	1 500	418	935	3 738	148	765	3 486	1 624	15 690	3 465
06.09.2017	20 851	3 560	1 500	417	926	3 827	148	765	3 492	1 624	15 553	3 465
07.09.2017	20 851	3 560	1 500	419	924	3 811	146	780	3 492	1 617	15 800	3 515

08.09.2017	20 851	3 560	1 500	416	912	3 811	147	780	3 483	1 614	15 841	3 529
11.09.2017	20 851	3 555	1 500	417	913	3 687	148	784	3 500	1 614	15 980	3 535
12.09.2017	20 851	3 557	1 500	416	921	3 687	148	784	3 460	1 609	15 950	3 535
13.09.2017	20 851	3 509	1 500	420	950	3 687	146	784	3 460	1 609	15 900	3 514
14.09.2017	20 851	3 509	1 500	418	948	3 702	147	784	3 484	1 621	15 968	3 571
15.09.2017	20 851	3 509	1 500	421	945	3 714	147	784	3 510	1 621	15 900	3 570
18.09.2017	20 851	3 494	1 500	425	945	3 722	147	814	3 462	1 621	15 800	3 565
19.09.2017	20 851	3 494	1 500	428	952	3 722	146	814	3 452	1 647	15 850	3 588
20.09.2017	20 851	3 473	1 470	435	940	3 722	145	814	3 446	1 624	15 900	3 640
21.09.2017	20 851	3 473	1 475	435	950	3 722	144	814	3 451	1 655	15 800	3 561
22.09.2017	20 778	3 351	1 477	434	952	3 722	144	814	3 422	1 642	15 898	3 635
25.09.2017	20 655	3 413	1 477	435	942	3 722	141	814	3 451	1 645	15 800	3 655
26.09.2017	20 469	3 379	1 490	436	960	3 722	142	829	3 476	1 638	15 950	3 660
27.09.2017	20 469	3 343	1 490	432	957	3 722	142	829	3 476	1 621	16 100	3 660
29.09.2017	20 932	3 310	1 480	433	954	3 670	141	829	3 481	1 610	16 200	3 719
02.10.2017	21 108	3 320	1 485	439	941	3 670	147	829	3 464	1 617	16 375	3 725
03.10.2017	21 176	3 320	1 485	446	969	3 670	147	860	3 418	1 620	16 799	3 606
04.10.2017	21 128	3 409	1 500	440	960	3 690	148	870	3 430	1 624	16 668	3 695
05.10.2017	21 128	3 409	1 490	439	955	3 711	145	862	3 430	1 645	16 900	3 688
06.10.2017	21 200	3 409	1 490	444	968	3 711	147	862	3 440	1 643	16 980	3 701
09.10.2017	21 437	3 387	1 500	448	975	3 711	145	851	3 440	1 640	16 900	3 740
10.10.2017	21 749	3 360	1 477	448	968	3 762	149	852	3 453	1 641	17 057	3 710
11.10.2017	21 744	3 360	1 479	450	962	3 762	150	860	3 502	1 660	16 999	3 710
12.10.2017	21 744	3 360	1 479	451	960	3 741	148	860	3 510	1 670	16 736	3 675
13.10.2017	21 744	3 360	1 485	448	959	3 741	147	860	3 510	1 670	16 550	3 721
16.10.2017	21 643	3 361	1 485	451	950	3 741	146	860	3 537	1 670	16 700	3 802
17.10.2017	21 646	3 361	1 485	451	962	3 741	148	860	3 563	1 671	16 601	3 777
18.10.2017	21 869	3 361	1 466	451	962	3 741	145	860	3 564	1 680	16 560	3 780
19.10.2017	21 869	3 450	1 485	452	962	3 756	145	860	3 601	1 683	16 520	3 799
20.10.2017	21 849	3 506	1 485	457	973	3 788	146	860	3 618	1 686	16 510	3 799
23.10.2017	21 849	3 450	1 485	455	964	3 808	145	860	3 605	1 690	16 500	3 755
24.10.2017	22 121	3 470	1 485	458	971	3 808	145	860	3 600	1 693	16 500	3 765
25.10.2017	21 597	3 485	1 485	458	976	3 834	147	870	3 601	1 700	16 400	3 765
26.10.2017	21 537	3 485	1 485	455	978	3 895	144	870	3 612	1 724	16 090	3 748
27.10.2017	21 627	3 474	1 485	454	963	3 817	144	870	3 612	1 714	16 199	3 798
30.10.2017	23 476	3 474	1 498	453	959	3 773	145	885	3 579	1 714	16 651	3 738
31.10.2017	22 798	3 495	1 498	456	954	3 773	143	980	3 579	1 723	16 750	3 805
01.11.2017	22 798	3 495	1 498	464	959	3 839	148	943	3 632	1 841	16 772	3 947
02.11.2017	22 798	3 592	1 498	474	957	3 895	146	1 000	3 667	1 837	16 400	3 910
03.11.2017	22 700	3 592	1 498	483	929	3 895	146	1 000	3 667	1 848	16 557	4 217
06.11.2017	22 809	3 592	1 500	484	929	3 926	146	1 014	3 667	1 833	16 500	4 169
07.11.2017	22 809	3 521	1 500	480	933	3 926	149	1 013	3 680	1 829	16 400	4 110
08.11.2017	22 809	3 521	1 491	476	928	3 926	149	1 009	3 692	1 851	16 500	4 164
09.11.2017	22 933	3 522	1 491	478	939	3 926	148	1 009	3 719	1 858	16 500	4 173
10.11.2017	23 081	3 800	1 485	480	950	3 926	153	1 009	3 746	1 876	16 500	4 115
13.11.2017	23 081	3 822	1 485	472	942	3 926	153	1 009	3 746	1 858	16 450	4 099

14.11.2017	23 026	3 822	1 485	480	949	3 950	158	1 010	3 736	1 852	16 400	4 011
15.11.2017	22 659	3 801	1 485	484	933	3 950	175	1 010	3 607	1 844	16 399	4 000
16.11.2017	22 600	3 839	1 500	483	931	3 950	177	970	3 668	1 837	16 350	4 010
20.11.2017	22 600	3 778	1 486	484	927	3 945	178	970	3 648	1 828	16 201	3 993
21.11.2017	22 587	3 766	1 500	479	916	3 880	177	969	3 648	1 810	16 153	4 015
22.11.2017	22 587	3 766	1 500	482	916	3 880	175	969	3 654	1 808	16 300	4 162
23.11.2017	22 587	3 652	1 500	483	947	3 900	175	969	3 654	1 799	16 346	4 282
24.11.2017	22 587	3 770	1 500	481	920	3 959	174	969	3 660	1 824	16 222	4 248
27.11.2017	22 587	3 770	1 473	477	930	4 000	173	969	3 665	1 819	16 220	4 212
28.11.2017	22 587	3 800	1 475	481	935	3 955	174	969	3 664	1 793	16 298	4 214
29.11.2017	22 665	3 806	1 480	483	936	3 951	175	922	3 638	1 778	16 102	4 228
30.11.2017	22 499	3 809	1 473	483	936	3 951	173	922	3 595	1 780	16 101	4 246
01.12.2017	22 388	3 800	1 475	485	925	3 951	169	922	3 642	1 821	16 175	4 350
04.12.2017	22 302	3 731	1 475	492	922	3 920	173	922	3 671	1 810	16 222	4 400
05.12.2017	21 938	3 731	1 475	496	906	3 856	172	960	3 671	1 794	16 180	4 333
06.12.2017	21 996	3 742	1 475	490	917	3 856	174	960	3 707	1 807	16 150	4 333
07.12.2017	22 074	3 742	1 475	494	918	3 860	177	960	3 703	1 812	16 230	4 378
08.12.2017	22 351	3 742	1 450	492	921	3 760	178	950	3 761	1 780	16 201	4 291
11.12.2017	22 549	3 747	1 452	492	911	3 780	179	950	3 762	1 778	16 096	4 280
12.12.2017	22 599	3 747	1 490	493	906	3 814	179	950	3 762	1 782	16 160	4 300
13.12.2017	22 823	3 700	1 489	491	910	3 871	175	950	3 762	1 830	16 358	4 312
14.12.2017	22 823	3 700	1 489	490	908	3 871	179	950	3 762	1 830	16 350	4 350
15.12.2017	22 915	3 730	1 489	495	922	3 871	179	950	3 762	1 876	16 435	4 331
18.12.2017	22 953	3 730	1 475	498	934	3 900	178	950	3 780	1 880	16 670	4 390
19.12.2017	23 182	3 730	1 484	498	925	3 939	180	956	3 790	1 875	16 500	4 303
20.12.2017	23 630	3 768	1 484	499	930	3 973	179	974	3 802	1 871	16 480	4 401
21.12.2017	23 201	3 865	1 479	500	930	3 982	180	999	3 815	1 906	16 564	4 390
22.12.2017	23 201	3 866	1 479	501	930	3 990	179	998	3 783	1 895	16 550	4 389
27.12.2017	23 201	3 866	1 479	499	926	3 900	179	998	3 765	1 849	16 450	4 389
28.12.2017	23 192	3 866	1 479	500	926	3 900	180	973	3 746	1 875	16 550	4 397
29.12.2017	22 806	3 781	1 479	497	926	3 792	180	973	3 746	1 869	16 577	4 319

Příloha č. 2 Predikované výnosy akcií za rok 2018 a rok 2019

Predikované roční výnosy akcií pro rok 2018

	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6	SC7	SC8	SC9	SC10	SC11	SC12	SC13
Google	40%	9%	-11%	14%	24%	5%	30%	12%	13%	27%	16%	30%	5%
Apple	54%	-5%	-1%	-2%	4%	40%	-5%	31%	-25%	0,04 %	-21%	29%	-31%
ČS	-8%	- 0,3%	10%	33%	36%	-23%	-13%	-3%	7%	-39%	21%	-7%	-1%
ČEZ	22%	-11%	-19%	24%	24%	-15%	-21%	13%	-21%	-4%	22%	-37%	32%
Erste	37%	-10%	-23%	33%	22%	-5%	26%	54%	-10%	1%	18%	68%	12%
Facebook	36%	20%	-13%	7%	11%	14%	15%	-7%	12%	32%	18%	-15%	21%
Fortuna	36%	59%	0%	-12%	37%	33%	-22%	39%	65%	23%	32%	-16%	38%
Intel	-8%	12%	-30%	33%	-7%	-19%	19%	40%	-78%	18%	-9%	-18%	3%
MC Donald	-13%	27%	-21%	9%	-7%	-5%	70%	11%	-28%	2%	29%	78%	6%
Microsoft	23%	31%	-7%	16%	15%	24%	5%	43%	35%	4%	19%	11%	16%
Philip Morris	41%	3%	-29%	33%	15%	23%	1%	23%	15%	0,2%	23%	33%	31%
VW	-14%	6%	41%	21%	-10%	0,4%	-11%	17%	-20%	6%	17%	-2%	25%

Predikované roční výnosy akcií pro rok 2019

	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6	SC7	SC8	SC9	SC10	SC11	SC12	SC13
Google	36%	0,04%	53%	17%	13%	14%	81%	1%	-7%	-11%	50%	22%	13%
Apple	23%	-0,08%	24%	7%	-22%	24%	55%	5%	-53%	27%	32%	6%	14%
ČS	14%	0,06%	22%	-2%	7%	7%	-5%	-41%	-30%	-17%	-28%	-13%	-1%
ČEZ	46%	-0,03%	6%	-29%	-27%	25%	29%	43%	8%	-9%	-9%	36%	9%
Erste	9%	-0,04%	27%	38%	8%	15%	22%	20%	-36%	-8%	26%	18%	-13%
Facebook	15%	-0,01%	32%	15%	-3%	34%	49%	8%	-0,3%	-15%	9%	4%	41%
Fortuna	-17%	-0,05%	8%	37%	89%	86%	46%	3%	-31%	30%	31%	82%	67%
Intel	6%	0,02%	17%	-3%	-10%	-7%	43%	27%	2%	-19%	-71%	-28%	5%
MC Donald	-7%	-0,03%	19%	30%	16%	38%	36%	50%	34%	5%	8%	15%	-8%
Microsoft	19%	-0,05%	8%	19%	31%	29%	44%	23%	-24%	-14%	37%	17%	-1%
Philip Morris	37%	0,00%	11%	-19%	24%	27%	24%	13%	18%	-13%	24%	37%	9%
VW	15%	-0,18%	33%	24%	18%	50%	24%	1%	-14%	-22%	-27%	42%	22%

Příloha č. 3 Složení portfolií v druhém roce dle varianty A

	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6	SC7	SC8	SC9	SC10	SC11	SC12	SC13
Google	3,2%	11,3%	26,8%	8,2%	7,5%	28,4%	3,9%	8,0%	11,7%	0,0%	10,0%	15,4%	7,4%
Apple	2,8%	6,3%	6,3%	5,9%	9,0%	12,1%	7,8%	5,9%	0,1%	24,3%	2,0%	7,1%	7,7%
ČS	8,4%	8,3%	6,2%	7,2%	8,1%	20,7%	17,7%	2,7%	2,7%	10,2%	15,0%	4,9%	9,4%
ČEZ	1,9%	7,0%	6,5%	2,8%	5,5%	6,2%	16,8%	3,8%	18,2%	13,0%	6,0%	10,5%	8,2%
Erste	9,7%	8,3%	6,5%	18,5%	6,0%	9,8%	16,2%	5,0%	0,6%	0,7%	6,0%	8,3%	13,0%
Facebook	8,4%	8,3%	7,3%	5,1%	7,0%	3,3%	4,6%	5,6%	6,2%	0,0%	49,2%	6,6%	4,9%
Fortuna	20,9%	8,3%	6,9%	6,3%	0,0%	0,1%	4,6%	5,8%	3,0%	48,5%	1,2%	7,0%	2,6%
Intel	10,7%	9,3%	6,8%	4,2%	7,7%	7,0%	5,7%	4,6%	6,6%	0,0%	1,2%	3,6%	8,9%
MC Donald	14,1%	8,3%	6,9%	13,7%	5,1%	2,9%	5,8%	3,5%	10,6%	0,1%	6,0%	8,0%	10,4%
Microsoft	7,5%	8,2%	5,9%	11,1%	3,8%	3,7%	5,7%	4,8%	3,6%	0,0%	3,0%	8,1%	10,0%
Philip Morris	3,8%	8,3%	6,6%	4,5%	4,4%	3,8%	6,1%	5,2%	27,8%	0,0%	0,1%	10,1%	8,6%
VW	8,5%	8,1%	7,3%	12,5%	35,8%	1,9%	5,1%	45,0%	8,9%	3,2%	0,1%	10,5%	9,0%

Příloha č. 4 Složení portfolií v druhém roce dle varianty B

	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6	SC7	SC8	SC9	SC10	SC11	SC12	SC13
Google	0,0%	72,8%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Apple	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ČS	0,0%	9,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ČEZ	100,0%	1,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Erste	0,0%	0,5%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Facebook	0,0%	3,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Fortuna	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Intel	0,0%	5,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
MC Donald	0,0%	1,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Microsoft	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Philip Morris	0,0%	4,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
VW	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Příloha č. 5 Složení portfolií v druhém roce dle varianty C

	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6	SC7	SC8	SC9	SC10	SC11	SC12	SC13
Google	74,7%	14,9%	100,0%	0,0%	10,0%	0,0%	92,0%	0,0%	0,0%	0,0%	13,5%	0,0%	4,0%
Apple	3,2%	7,5%	0,0%	0,0%	0,2%	1,0%	3,5%	0,2%	0,0%	61,0%	5,1%	0,0%	8,8%
ČS	0,1%	8,4%	0,0%	0,0%	6,9%	6,5%	0,1%	0,4%	0,0%	0,0%	1,5%	0,0%	3,9%
ČEZ	11,0%	7,8%	0,0%	0,0%	0,0%	9,3%	0,1%	17,8%	15,5%	0,0%	11,0%	0,0%	7,0%
Erste	0,0%	7,7%	0,0%	84,7%	7,1%	7,7%	0,1%	10,0%	0,0%	0,0%	7,5%	0,0%	1,7%
Facebook	0,5%	8,0%	0,0%	0,0%	4,3%	10,6%	1,7%	8,1%	10,1%	0,0%	4,3%	0,0%	17,4%
Fortuna	0,0%	7,7%	0,0%	15,3%	26,7%	16,4%	1,1%	7,2%	0,0%	39,0%	19,4%	83,2%	26,1%
Intel	0,0%	8,1%	0,0%	0,0%	2,8%	4,4%	0,6%	11,1%	12,4%	0,0%	0,0%	0,0%	5,9%
MC Donald	0,0%	7,7%	0,0%	0,0%	9,0%	11,4%	0,0%	17,6%	37,5%	0,0%	6,9%	0,0%	1,9%
Microsoft	2,0%	7,6%	0,0%	0,0%	12,6%	9,9%	0,7%	10,9%	0,0%	0,0%	7,0%	0,0%	4,3%
Philip Morris	8,0%	7,9%	0,0%	0,0%	11,0%	9,6%	0,0%	8,5%	24,5%	0,0%	11,3%	5,2%	7,5%
VW	0,4%	6,7%	0,0%	0,0%	9,4%	13,1%	0,0%	8,1%	0,0%	0,0%	12,3%	11,6%	11,6%

Příloha č. 6 Složení portfolií v druhém roce dle varianty D

	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6	SC7	SC8	SC9	SC10	SC11	SC12	SC13
Google	68,6%	13,2%	100,0%	0,0%	0,0%	4,3%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Apple	0,0%	7,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	66,4%	0,0%	0,0%	0,0%
ČS	0,0%	8,4%	0,0%	0,0%	3,3%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ČEZ	22,3%	7,9%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,0%	78,0%	0,1%	0,0%	14,9%	0,0%	0,0%
Erste	0,0%	7,9%	0,0%	81,4%	6,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	5,2%	0,0%	0,0%
Facebook	0,0%	8,0%	0,0%	0,0%	2,0%	0,2%	0,0%	0,0%	4,2%	0,0%	0,0%	0,0%	30,0%
Fortuna	0,0%	7,8%	0,0%	18,6%	38,9%	46,5%	0,0%	0,0%	0,0%	33,6%	38,1%	100,0%	49,4%
Intel	0,0%	8,2%	0,0%	0,0%	0,0%	10,5%	0,0%	1,1%	8,3%	0,0%	0,0%	0,0%	1,1%
MC Donald	0,0%	7,9%	0,0%	0,0%	9,8%	9,8%	0,0%	20,9%	55,9%	0,0%	3,9%	0,0%	0,0%
Microsoft	0,0%	7,8%	0,0%	0,0%	16,1%	8,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	4,8%	0,0%	0,0%
Philip Morris	9,1%	8,1%	0,0%	0,0%	13,1%	8,7%	0,0%	0,0%	31,6%	0,0%	15,3%	0,0%	4,6%
VW	0,0%	7,1%	0,0%	0,0%	10,3%	10,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	17,7%	0,0%	14,8%

Příloha č. 7 Složení portfolií v druhém roce dle varianty E

	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6	SC7	SC8	SC9	SC10	SC11	SC12	SC13
Google	0,0%	28,6%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Apple	0,0%	5,6%	0,0%	0,0%	4,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	10,1%	0,0%	0,0%	0,0%
ČS	0,0%	8,7%	0,0%	0,0%	1,1%	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ČEZ	100,0%	6,6%	0,0%	0,0%	2,9%	0,0%	0,0%	12,7%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%
Erste	0,0%	6,3%	0,0%	100,0%	0,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Facebook	0,0%	7,1%	0,0%	0,0%	1,4%	0,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Fortuna	0,0%	6,1%	0,0%	0,0%	73,1%	74,9%	0,0%	0,0%	0,0%	89,9%	79,7%	100,0%	100,0%
Intel	0,0%	7,7%	0,0%	0,0%	1,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
MC Donald	0,0%	6,6%	0,0%	0,0%	0,1%	7,4%	0,0%	87,3%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Microsoft	0,0%	6,2%	0,0%	0,0%	14,1%	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Philip Morris	0,0%	7,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	6,5%	0,0%	0,0%
VW	0,0%	3,1%	0,0%	0,0%	0,0%	16,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	13,5%	0,0%	0,0%

Příloha č. 8 Složení portfolií v druhém roce dle varianty se statickými náklady

	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6	SC7	SC8	SC9	SC10	SC11	SC12	SC13
Google	32,0%	31,6%	100,0%	0,0%	31,1%	23,6%	43,2%	0,0%	0,0%	0,0%	31,7%	30,8%	27,2%
Apple	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	7,1%	0,0%	0,0%	0,0%
ČS	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ČEZ	38,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	35,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Erste	0,0%	0,0%	0,0%	67,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Facebook	7,5%	9,1%	0,0%	0,0%	2,4%	9,1%	9,1%	0,5%	0,0%	0,0%	2,5%	0,0%	9,2%
Fortuna	0,0%	32,6%	0,0%	32,5%	39,5%	40,8%	31,8%	0,0%	0,0%	92,9%	39,3%	60,2%	57,2%
Intel	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
MC Donald	0,0%	3,3%	0,0%	0,0%	3,4%	3,3%	2,0%	47,4%	99,9%	0,0%	3,2%	0,0%	0,0%
Microsoft	14,2%	14,3%	0,0%	0,0%	14,4%	14,2%	13,9%	14,4%	0,0%	0,0%	14,1%	0,0%	0,0%
Philip Morris	2,7%	2,7%	0,0%	0,0%	2,8%	2,7%	0,0%	2,6%	0,1%	0,0%	2,7%	2,5%	0,0%
VW	4,6%	6,5%	0,0%	0,0%	6,5%	6,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	6,5%	6,4%	6,4%

Příloha č. 9 Složení portfolií v druhém roce dle varianty s dynamickými náklady

	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6	SC7	SC8	SC9	SC10	SC11	SC12	SC13
Google	69,2%	23,1%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	34,6%	0,0%	0,0%	0,0%	7,0%	0,0%	0,0%
Apple	4,1%	6,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	6,0%	0,0%	0,0%	57,9%	3,4%	1,8%	0,0%
ČS	1,7%	8,6%	0,0%	0,0%	8,0%	0,0%	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
ČEZ	9,9%	7,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	6,2%	61,1%	0,0%	0,0%	12,5%	13,9%	3,9%
Erste	0,5%	6,9%	0,0%	77,2%	7,2%	4,7%	0,0%	4,4%	0,0%	0,0%	7,2%	6,8%	0,0%
Facebook	1,9%	7,5%	0,0%	0,0%	4,6%	12,5%	6,1%	0,4%	0,0%	0,0%	2,8%	1,2%	27,3%
Fortuna	0,0%	6,7%	0,0%	22,8%	35,2%	29,7%	6,1%	0,0%	0,0%	42,1%	26,7%	32,9%	45,4%
Intel	0,0%	7,9%	0,0%	0,0%	2,9%	0,0%	6,0%	7,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,8%
MC Donald	0,0%	7,1%	0,0%	0,0%	9,1%	13,9%	6,0%	16,8%	100,0%	0,0%	6,2%	5,6%	0,0%
Microsoft	3,1%	6,8%	0,0%	0,0%	12,6%	10,9%	6,0%	6,5%	0,0%	0,0%	6,7%	6,3%	0,0%
Philip Morris	7,7%	7,6%	0,0%	0,0%	11,0%	10,3%	16,7%	2,9%	0,0%	0,0%	13,0%	14,7%	5,7%
VW	1,9%	4,4%	0,0%	0,0%	9,4%	17,8%	6,0%	0,0%	0,0%	0,0%	14,5%	16,7%	14,8%